

Eco Geo Engineering s.r.l.
via S. Angelo 63 06032 TREVÌ
tel/fax 0742/381170 - 0742/780584

COMUNE DI FOLIGNO

Provincia di Perugia

PROGETTO DI LOTTIZZAZIONE
PIANO ATTUATIVO AMBITO n. 29 "INTRAMEZZI"

INTEGRAZIONE ALLA RELAZIONE GEOLOGICA
CON RIFERIMENTO AGLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA

Committente: SETTIMI CASA S.r.l.

Dati catastali: F.195

Particelle: 129, 229, 230, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 1041, 1112, 1113, 1114.

Trevi, 16/07/2012

il geologo

PREMESSA

La presente integrazione riguarda i terreni definiti dal piano regolatore vigente con in nome di Ambito n. 29 denominato Intramezzi.

Per tali terreni nel settembre del 2006 era stata redatta una relazione geologica, geotecnica e idraulica comprensiva di indagini geognostiche ed in particolare:

- nove prove penetrometriche dinamiche con penetrometro DPHS;
- tre sondaggi geognostici con sonda da palificazione;
- una prova granulometrica.

La pratica relativa all'ambito in oggetto, è tuttora in corso di definizione presso i competenti uffici comunali e pertanto successivamente alla entrata in vigore delle nuove norme sismiche e della normativa regionale di riferimento per i piani attuativi e la microzonazione sismica, si è resa necessaria la presente integrazione che riguarda la caratterizzazione della risposta sismica locale.

FINALITA' E METODOLOGIA DI STUDIO

Il presente studio di microzonazione sismica ha la finalità di prevedere la distribuzione degli effetti di un terremoto nell'area oggetto di studio e di individuare criteri di gestione del territorio volti a mitigare, in futuro, i danni di un terremoto.

La microzonazione sismica implica quindi la stima sia della pericolosità che della vulnerabilità sismica dell'area di studio, vale a dire del modo in cui la struttura geologica superficiale influisce sulla propagazione delle onde sismiche.

Effetti locali d'amplificazione dell'ampiezza e d'incremento della durata del moto sismico (effetti di sito) caratterizzano generalmente le coperture di terreni superficiali poggianti su un substrato roccioso.

Gli effetti di sito possono quindi giocare un ruolo cruciale sulla distribuzione del danneggiamento durante terremoti di forte intensità.

Lo studio degli effetti di sito avviene mediante l'analisi di registrazioni di terremoti e di rumore sismico ambientale (metodi sperimentali) e/o la simulazione della propagazione delle onde sismiche in modelli del sottosuolo (metodi numerici), e necessariamente si avvale di contributi di diversa estrazione di tipo sismologico, geofisico, geotecnico, ingegneristico.

La Pericolosità Sismica (Seismic Hazard) viene definita come il probabile livello di scuotimento del suolo associato al verificarsi di un terremoto; una sua quantificazione può essere ottenuta dagli elenchi e dalle carte recentemente realizzati dal Servizio Sismico Nazionale (SSN) e dal Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti (GNDT).

La Microzonazione Sismica rappresenta quindi l'attività svolta ai fini di una più dettagliata suddivisione del territorio in aree in cui i valori di pericolosità sismica rispecchiano più rigorosamente le condizioni locali.

L'analisi della risposta di un suolo alle sollecitazioni sismiche (Risposta Sismica Locale), costituisce la parte fondamentale delle attività di Microzonazione Sismica; essa richiede un approccio di tipo multidisciplinare che integri i contributi provenienti dalla Sismologia, dalla Geofisica e dalla Geotecnica.

Della risposta sismica locale esistono vari tipi di rappresentazione.

Il modo più semplice ed intuitivo viene fornito dal calcolo dell'accelerogramma che simula quanto potrebbe essere registrato da un accelerometro posto in superficie nel caso di occorrenza di un terremoto simile a quello di riferimento; dalla variazione temporale dell'accelerazione è possibile calcolare anche le funzioni relative alla velocità ed allo spostamento in superficie.

In base alla importanza delle opere, in particolare si tratta di edifici di civile abitazione singoli o plurifamiliari ma con un numero massimo di unità abitative limitato, si ritiene sufficiente la Microzonazione Sismica di II livello che comprende:

- rilevazione dettagliata delle condizioni locali e determinazione dei parametri necessari per la definizione della risposta sismica dei terreni;
- Indagini in situ, prove geofisiche e prove geotecniche di tipo corrente;
- risultati utilizzabili nella pianificazione urbanistica;
- Zonazione sismica alla scala del centro abitato.

Tale tipologia di Microzonazione è già disponibile per l'area in oggetto ed è stata commissionata e realizzata dalla Regione Umbria successivamente alla crisi sismica del settembre 1997.

In particolare per quanto riguarda l'indagine geofisica per la definizione della categoria di suolo si è fatto riferimento:

- alla sismica a rifrazione denominata "Foligno 2" nel corso degli studi di microzonazione sismica della zona XIX del Comune di Foligno, eseguita proprio nei terreni interessati dal presente studio dalla società IDROGEOTEC s.n.c. a firma del Geol. Vincenzo Castigli (vedi allegato);
- alla indagine sismica MASW eseguita in via Fulginia per l'ampliamento di una civile abitazione, a circa 250 ml di distanza dal sito in studio (vedi allegato);
- alla indagine sismica MASW eseguita in via 3 Febbraio, per la realizzazione di un capannone prefabbricato, a circa 500 ml di distanza dal sito in studio (vedi allegato).

Si specifica che la correlazione tra i sismostrati individuati dalla indagine eseguita dalla ditta IDROGEOTEC per conto della Regione Umbria e le sismiche MASW commissionate dal sottoscritto in siti prossimi a quello di studio, correlazione effettuata utilizzando un valore di

conversione 0.6 tra onde di taglio e di compressione adatto ai depositi di tipo ghiaioso ($V_s=0.6 V_p$), è molto buona.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Di seguito si riportano i riferimenti normativi per l'attività oggetto della presente relazione.

L.R. 11/2005 «Norme in materia di governo del territorio: pianificazione urbanistica comunale»;

D.G.R. 377/2010 criteri per l'esecuzione degli studi di Microzonazione Sismica”

Legge 2 febbraio 1974, n. 64, Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;

Legge 10 dicembre 1981, n. 741, Ulteriori norme per l'accelerazione delle procedure per l'esecuzione di opere pubbliche.

Decreto del Ministro dei lavori pubblici 11 marzo 1988, Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione;

Legge 24 febbraio 1992, n. 225, Istituzione del Servizio nazionale della protezione civile;

Decreto del Ministro dei lavori pubblici 16 gennaio 1996, Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche;

2001).

Decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112, Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle Regioni ed agli Enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59;

Decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia;

Legge 9 novembre 2001, n. 401, Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 7 settembre 2001, n. 343, recante disposizioni urgenti per assicurare il coordinamento operativo delle strutture preposte alle attività di protezione civile;

Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003, n. 3274, Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;

Legge 27 luglio 2004, n. 186, Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 28 maggio 2004, n. 136, “Disposizioni urgenti per garantire la funzionalità di taluni settori della pubblica amministrazione;

Disposizioni per la rideterminazione di deleghe legislative e altre disposizioni

connesse”;

Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri 12 ottobre 2007, Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni;

Decreto del Ministro delle infrastrutture 14 gennaio 2008, Approvazione delle norme tecniche per le costruzioni;

SISMICITA' DELL'AREA - NOTIZIE STORICHE

Dall'esame della storia sismica dell'area Umbro Marchigiana, è risultato che il territorio di Foligno è stato interessato da fenomeni sismici, distribuiti lungo fasce (zone sismogenetiche) allungate in direzione appenninica.

Terremoti di media ed elevata intensità, fino all'X - XII grado della scala macrosismica MCS (Mercalli-Cancani-Sieberg), avvengono nell'area appenninica a ridosso dei rilievi montuosi più importanti.

Prima del 1983 la classificazione sismica non si basava su studi sismologici approfonditi, ma era definita posteriormente ad un evento sismico attraverso i rilevamenti macrosismici dei danni subiti dai manufatti nei comuni colpiti dai terremoti.

Il "modello sismogenetico" elaborato dal GNDT suddivide questa fascia appenninica in più zone sismogenetiche.

Secondo "NT4.1, catalogo dei terremoti di area italiana al di sopra della soglia di danno" del GNDT, le zone più attive risultano la 45, la 46 e la 47.

Gli epicentri dei terremoti del settembre/ottobre 1997 ricadono tutti nella zona 47; quelli del 26 settembre e molti dei successivi sono localizzati in un'area compresa tra Serravalle del Chienti, Foligno e Nocera, caratterizzata da un'attività sismica meno frequente, ad esempio, di quella dell'Alta Valnerina.

Limitando l'analisi ai maggiori terremoti storici che possono aver avuto origine nell'area maggiormente interessata dalla sequenza sismica del settembre-ottobre 1997, si osserva che il catalogo NT4.1 del GNDT (Camassi e Stucchi, 1996) elenca cinque eventi di magnitudo paragonabile alla sequenza del 1997 (tab. 1).

Tabella 1. Principali terremoti storici con origine nell'area maggiormente interessata dalla sequenza sismica del settembre-ottobre 1997 (da NT4.1).

Tabella 1. Principali terremoti storici con origine nell'area maggiormente interessata dalla sequenza sismica del settembre-ottobre 1997 (da NT4.1).

Data	Ora	Area epicentrale	Io	Lat N	Lon E	M
1279 04 30	18	CAMERINO	100	43.100	12.900	67 Ms
1747 04 17		FIUMINATA	90	43.200	12.817	62 Ms
1751 07 27	03	GUALDO TADINO	100	43.250	12.750	67 Ms
1791 10 11		SCOPOLI	75	42.967	12.817	52 Ms
1838 02 14		VALNERINA	80	42.867	12.833	55 Ms

Di seguito viene presentata una sintesi delle informazioni disponibili per i terremoti ricordati in tabella.

Il 30 aprile 1279 l'Appennino umbro-marchigiano fu interessato da un forte terremoto che precedette di poche ore un secondo evento distruttivo verificatosi nell'Appennino tosco-emiliano. L'area di danneggiamento del terremoto umbro-marchigiano fu ampia.

Fonti storiche attestano che due terzi degli edifici di Camerino furono distrutti mentre Cagli, Fabriano, Matelica, San Severino Marche, Cingoli, Nocera, Foligno e Spello rimasero "diroccate".

Tutti i castelli (insediamenti minori cinti da mura) tra Nocera e Camerino "patirono molti danni".

Non ci sono dati certi sul numero, comunque elevato, delle vittime, sull'estensione dell'area di risentimento (che comprese certamente Roma) e sulle repliche.

Secondo le cronache del tempo, il terremoto durò per 14 o 15 giorni; è però difficile valutare quanto questi dati siano attendibili.

Il terremoto del 1279, con tutte le incertezze legate alla relativa lacunosità dei dati storici, potrebbe essersi originato nella stessa area dei terremoti attuali.

A favore di questa chiave di lettura, gioca la considerazione sulla notevole estensione del campo macrosismico e sulla sua relativa 'somiglianza' a quello attuale (fatta eccezione per il settore meridionale di Sellano - Preci danneggiato a seguito della scossa del 14 ottobre 1997).

L'evento del 17 aprile 1747 potrebbe essere la scossa principale di una sequenza avvertita tra il 26 gennaio e il 20 dicembre 1747.

Causò crolli e danni abbastanza gravi nella diocesi di Nocera Umbra e nel Fabrianese.

Dopo repliche quotidiane durate un mese circa, l'attività si attenuò fino al 20 e 22 settembre 1747, quando nuove forti scosse danneggiarono il Fabrianese.

L'evento del 17 aprile fu avvertito ad Ancona, Fermo, Senigallia e Roma e causò almeno una vittima a Belvedere.

Gli eventi del 27 luglio 1751 sono le scosse principali di una sequenza avvertita dal marzo 1751 forse fino al luglio 1752 in una vasta area dell'Umbria e delle Marche.

Essi causarono danni in un'ampio territorio. Il massimo livello di danneggiamento fu raggiunto in alcuni villaggi a ovest e a sud di Gualdo Tadino (Margnano, Broccaro, Busche, Caprara, Piagge e Voltole), le cui case risultarono o "tutte atterrate" o in gran parte atterrate e per il resto inabitabili.

I terremoti del 1747 e del 1751 presentano una certa affinità con i terremoti attuali per quanto riguarda la complessità delle sequenze sismiche, caratterizzate da più scosse apportatrici di danni.

I campi macrosismici di questi eventi si 'sovrappongono' a quello dei terremoti attuali solo nelle zone di Nocera Umbra e Gualdo Tadino.

I danni più gravi causati dal terremoto dell'11 ottobre 1791 si concentrarono nell'area montuosa ad est di Foligno, sul versante umbro della strada per Colfiorito.

Le frazioni di "Scopoli, Leggiana, Case Nuove, Volperino, Serrone, Pale, Morro, Casale, ed altri prossimi luoghi" furono particolarmente colpiti.

Nel gennaio-febbraio 1838 parte del territorio umbro fu interessata da scosse quasi quotidiane, tra cui due forti, avvertite a Spoleto il 5 gennaio. Il 14 febbraio 1838 una scossa più forte avrebbe causato crolli di edifici nell'area di Sellano, Acera, Cerreto di Spoleto e Postignano e in due località situate sui monti ad est di Foligno (Verchiano e Val Lupo).

Questo terremoto per severità e distribuzione degli effetti massimi può essere confrontato con la scossa del 14 ottobre 1997.

In sintesi, i terremoti del 1997 hanno avuto origine in una zona che, fatta forse eccezione per il terremoto del 1279, non sembra aver generato eventi altrettanto forti.

Pertanto la struttura sismogenetica responsabile dei terremoti attuali potrebbe essere la stessa che ha generato il terremoto del 1279.

Se ciò trovasse conferma nei risultati delle ricerche in corso, il tempo di riattivazione della struttura sismogenetica in questione potrebbe essere maggiore di 500 anni.

Lo studio dei casi settecenteschi evidenzia come caratteristica ricorrente dei terremoti dell'area sia quella di distribuirsi in una sequenza sismica (anche di molti mesi), con due o più scosse di intensità elevata.

Questa caratteristica consente all'energia sismica di essere rilasciata in modo "frazionato" anziché in pochi episodi che avrebbero delle magnitudo maggiori e delle conseguenze più devastanti.

DATI E PARAMETRI DI RIFERIMENTO

Il territorio del Comune di Foligno, dal punto di vista della classificazione sismica, ricade in “Zona 1”, con grado di sismicità $S = 12$, con un coefficiente d'intensità sismica $C = 0,1$ e con accelerazione orizzontale massima attribuita come $ag = 0.225 g$.

In riferimento alle azioni sismiche di progetto, le attuali N.T.C. suddividono i terreni di fondazione in cinque categorie principali (A, B, C, D ed E), che sono definite dai valori:

- della velocità media delle onde di taglio nei primi 30 m del sottosuolo (VS30);
- della resistenza penetrometrica dinamica (NSPT);
- della coesione non drenata (C_u).

Per VS30 s'intende la media pesata delle velocità delle onde S negli strati fino a 30 metri di profondità dal piano di posa della fondazione, calcolata secondo la seguente relazione:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1, N} \frac{h_i}{V_{si}}}$$

Le cinque categorie di profilo stratigrafico sono così definite:

A) Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di VS30 superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m;

B) Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica media $NSPT > 50$, o coesione non drenata media $c_u > 250$ kPa);

C) Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di VS30 compresi tra 180 e 360 m/s ($15 < NSPT < 50$, $70 < c_u < 250$ kPa);

D) Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di VS30 < 180 m/s ($NSPT < 15$, $c_u < 70$ kPa);

E) Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di VS30 simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con $VS30 > 800$ m/s.

Inoltre, per i terreni di seguito illustrati si renderanno necessari ulteriori studi speciali per la definizione dell'azione sismica:

S1) Terreni che includono uno strato di almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($I_p > 40$) e contenuto di acqua, con $10 < c_u < 20$ kPa e caratterizzati da valori di $VS_{30} < 100$ m/s;

S2) Terreni soggetti a liquefazione, argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

Nel nostro caso, i terreni presenti nel sottosuolo rientrano nella categoria "B", in funzione dei risultati della indagini sismiche riportate in allegato alla presente relazione.

Secondo la citata Ordinanza, per la stima dei valori dei parametri che definiscono la forma dello spettro, in assenza di indagini di risposta sismica locale, si potranno assumere per le componenti orizzontali del moto e per le suddette categorie di suolo di fondazione (da A ad E), i valori di T_B , T_C , T_D ed S riportati di seguito.

Categoria suolo	S	T_B	T_C	T_D
A	1,0	0,15	0,40	2,0
B, C, E	1,25	0,15	0,50	2,0
D	1,35	0,20	0,80	2,0

Schema dei Parametri di risposta dello spettro elastico delle componenti orizzontali

Categoria suolo	S	T_B	T_C	T_D
A, B, C, D, E	1,0	0,05	0,15	1,0

Schema dei Parametri di risposta dello spettro elastico della componente verticale

Poiché le condizioni geomorfologiche locali potrebbero causare una amplificazione degli effetti dell'onda sismica, è stata verificata la sussistenza delle condizioni predisponenti, in particolare è stata verificata l'assenza di :

- coltri detritiche su versante con substrato roccioso;
- pendii instabili se sollecitati da onde sismiche;
- terreni soggetti a liquefazione;
- situazioni morfologiche tali da costituire motivo di amplificazione sismica.

Per quanto riguarda il primo punto in particolare, si rileva che la coltre detritica presente nel sito ha spessori accertati superiori ai 70 m e stimabili attorno ai 100-150 m.

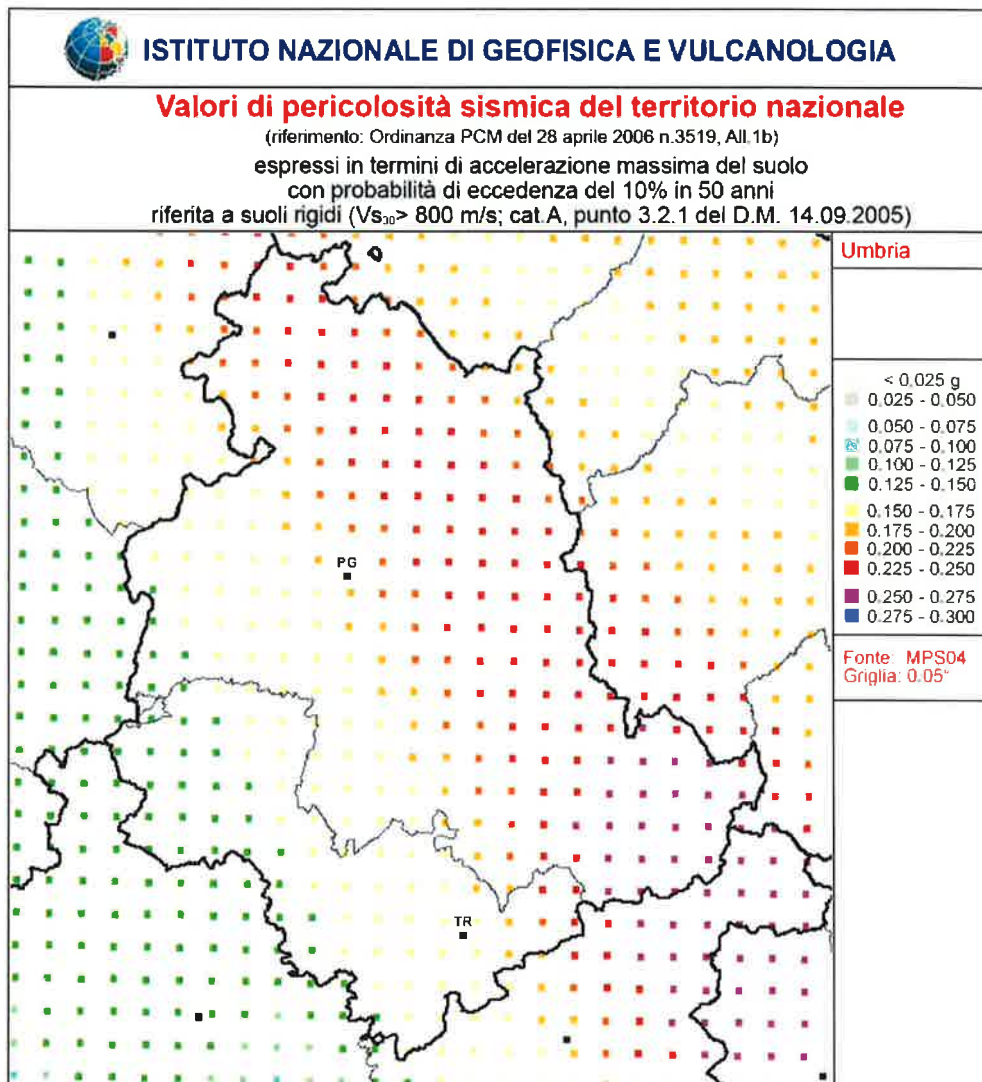
Per il secondo punto l'analisi geomorfologica del sito non evidenzia caratteristiche tali da far ritenere possibile l'innesco di fenomeni franosi in fase sismica.

Per quanto attiene il rischio di liquefazione è senza dubbio da escludere tale eventualità stante la granulometria dei terreni presenti e la profondità della falda (maggiore di 30 m).

La morfologia del sito, infine, evidenzia una debolissima pendenza dell'area verso ovest-sud ovest e tale debole pendenza in realtà non farebbe pensare ad una condizione di possibile amplificazione.

Di fatto sia studi sperimentali di microzonazione eseguiti durante la crisi sismica del 1997, sia la microzonazione sismica di terzo livello adottata dalla Giunta Regionale con D.G.R. n. 377 del 8/03/2010 (vedi allegato), riportano per l'area in oggetto un fattore di amplificazione che in base agli studi adottati è $F_a=1.2$.

Il seguente stralcio di dettaglio regionale della mappa di pericolosità sismica, redatta secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008), riporta per il territorio in esame delle celle contraddistinte da valori di a_g di riferimento compresi tra 0.200 – 0.225

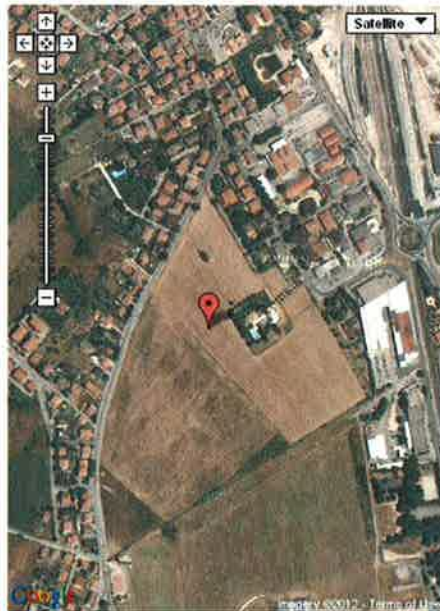


Mappa di pericolosità sismica
 parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50

In sintesi, poiché la progettazione dovrà tener conto delle normative indicate nell'ordinanza, si fa presente che il territorio del Comune di Foligno ricade in "Zona 1",

Infine, per la scelta della categoria di profilo stratigrafico, da quanto sopra espresso si ritiene di dover assegnare al terreno, anche in base ai risultati della allegata prova sismica effettuata nei sito di intervento, la Categoria "B".

Nello schema di seguito si riportano i parametri sismici calcolati con apposito software secondo le vigenti norme, utilizzando i parametri ricavati dalle indagini geofisiche svolte:



Stato Limite	Tr [anni]	a_0 [g]	Fo	Tc' [s]
Operatività (SLO)	30	0,073	2,403	0,272
Danno (SLD)	50	0,095	2,345	0,280
Salvaguardia vita (SLV)	475	0,231	2,408	0,313
Prevenzione collasso (SLC)	975	0,294	2,418	0,325
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Calcolo dei coefficienti sismici

Muri di sostegno Paratie
 Stabilità dei pendii e fondazioni
 Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)

us (m)

Categoria sottosuolo

Categoria topografica

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss'				
Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,18	1,12
Cc'				
Coeff. funz categoria	1,43	1,42	1,38	1,38
St'				
Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

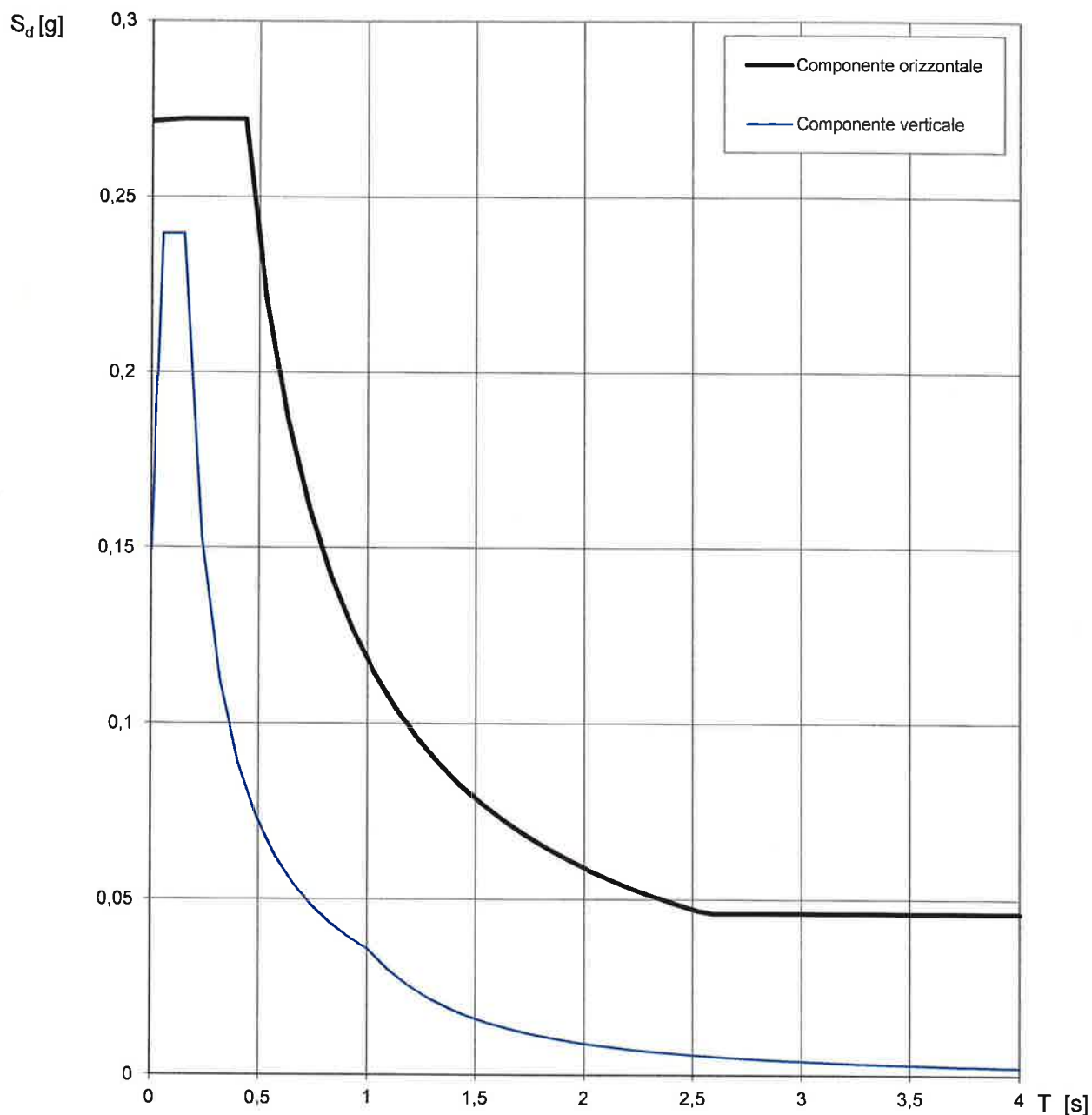
Personalizza acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,017	0,023	0,076	0,092
kv	0,009	0,011	0,038	0,046
Amax [m/s ²]	0,858	1,118	2,674	3,229
Beta	0,200	0,200	0,280	0,280

* I valori di Ss, Cc ed St possono essere variati.

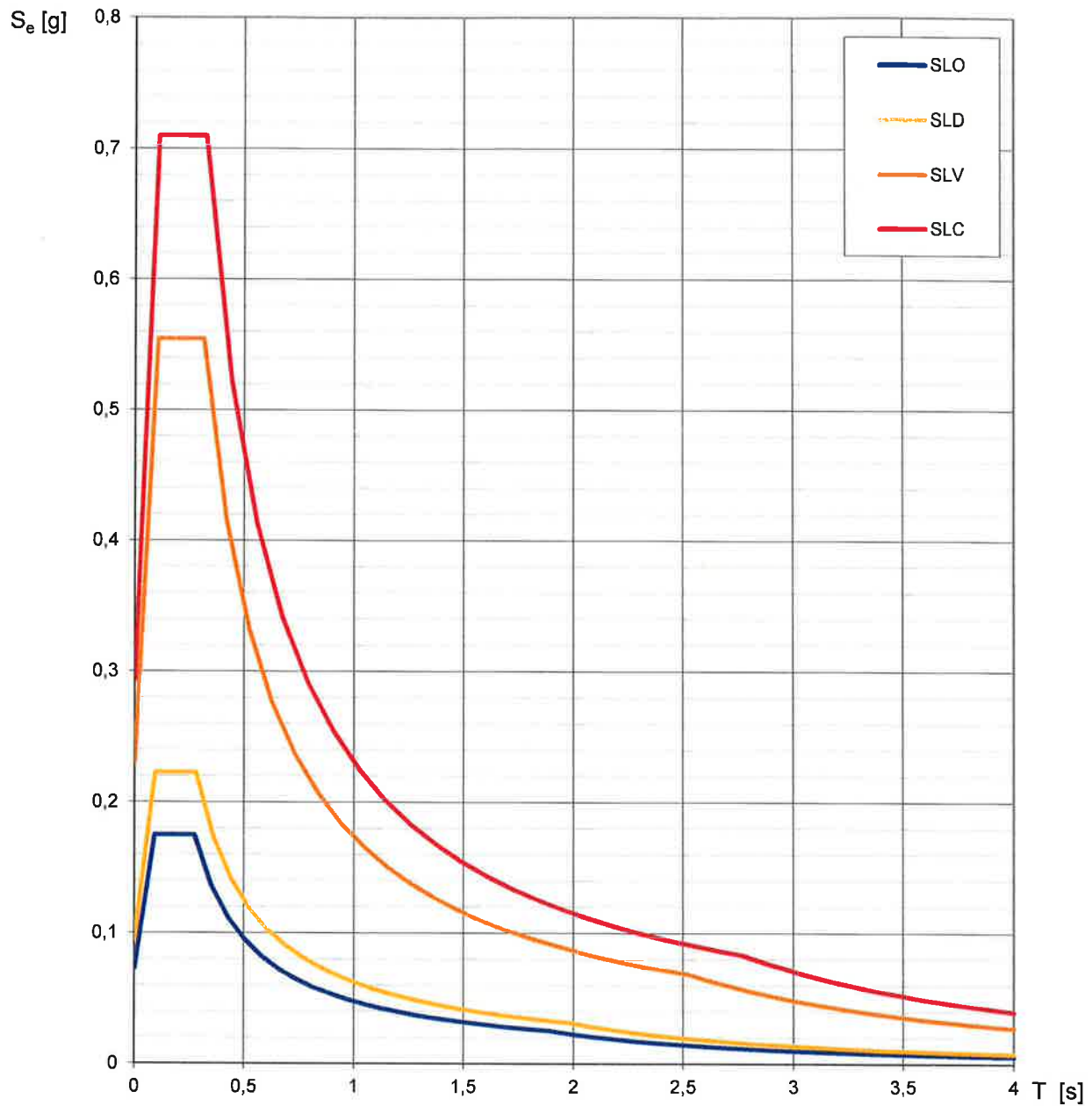
SPETTRI DI RISPOSTA

Di seguito si riportano i grafici degli spettri di risposta per le varie componenti e per i vari stati considerati, elaborati tenendo conto dei parametri sopra riportati.

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV

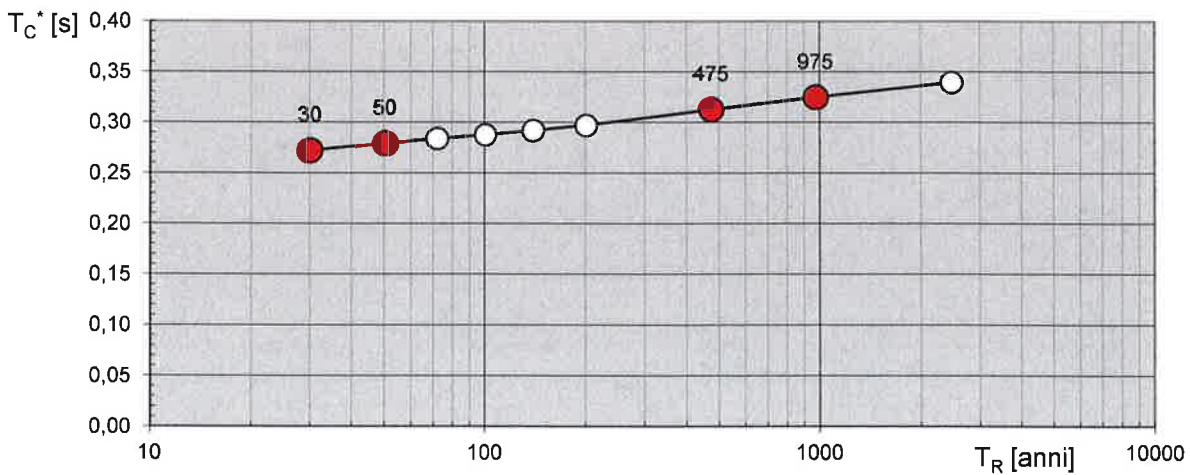
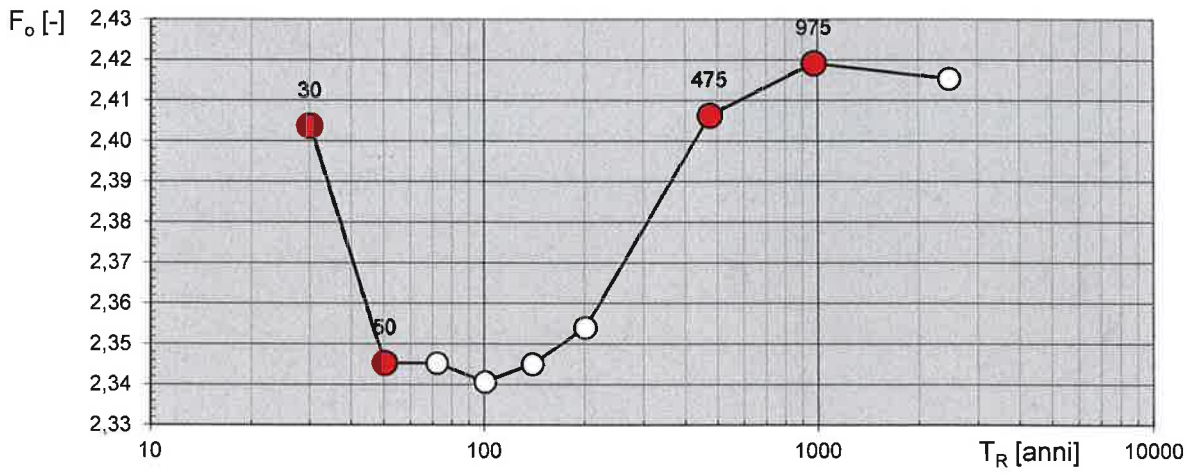
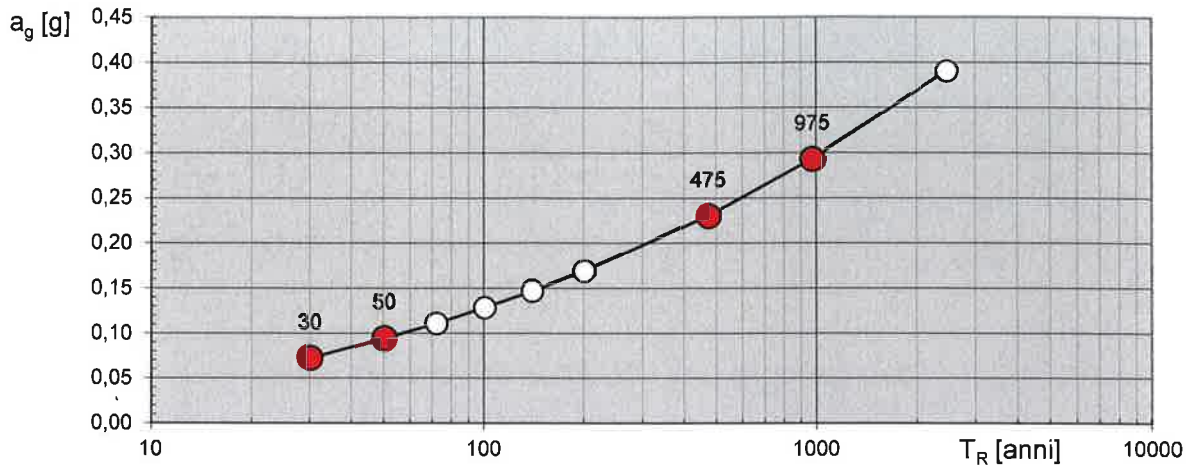
La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dello stesso.

Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



La verifica dell' idoneità del programma, l' utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell' utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall' utilizzo dello stesso.

Valori di progetto dei parametri a_g , F_o , T_C^* in funzione del periodo di ritorno T_R



La verifica dell' idoneità del programma, l' utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell' utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall' utilizzo dello stesso.

CONCLUSIONI

Da quanto sopra, risulta evidente che nulla osta alla realizzazione delle opere di progetto.

Infatti :

- dal punto di vista idrogeologico e geomorfologico, la zona di intervento risulta stabile;
- sotto l'aspetto litologico, i terreni in situ garantiscono caratteristiche geotecniche da sufficienti a buone e non contengono falde acquifere in grado di influenzare, neppure indirettamente, le opere di fondazione della struttura (la liquefazione è esclusa);

- il fattore di amplificazione sismica locale, ricavato da specifica modellazione ed adottato dalla Regione Umbria è $F_a=1.2$;

- ai sensi della attuale normativa sulle costruzioni, tenendo presenti i risultati delle indagini geotecniche e geofisiche, si indica una categoria di suolo di tipo B e categoria topografica è T1;

- non si individuano criticità progettuali e si ritiene che il piano attuativo ambito 29 "Intamezzi" sotto il profilo geologico, non presenti particolari problematiche..

Dott. Geol. Claudio Bernetti

ALLEGATO A

DGR 377/2010

Atti di approvazione delle carte di pericolosità sismica locale in scala 1:10.000 della Regione Umbria:

- Determinazione Dirigenziale n. 10885 del 21/11/01;
- Determinazione Dirigenziale n. 9185 del 16/10/02;
- Ordinanza Commissariale n. 117 del 08/11/02;
- Determinazione Dirigenziale n. 5236 del 06/06/07;
- Delibera di Giunta n. 2068 del 10/12/07;
- Determinazione Dirigenziale n. 4486 del 28/05/08.

Cartografie geologiche e geotematiche in scala 1:10.000 della Regione Umbria e atti di approvazione:

- Legge Regionale n. 25/89, art. 22, carte geologiche della Valnerina;
- Progetto CARG: Foglio geologico n. 289 "Città di Castello, Foglio geologico n. 299 "Umbertide", Foglio geologico n. 310 "Passignano sul Trasimeno", Foglio geologico n. 336 "Spoleto", Foglio geologico n. 324 "Foligno";
- Determinazione Dirigenziale n. 10885 del 21/11/01;
- Determinazione Dirigenziale n. 9185 del 16/10/02;
- Ordinanza Commissariale n. 117 del 08/11/02;
- Ordinanza della Presidente della Giunta Regionale n. 48 del 27/04/04;
- Determinazione Dirigenziale n. 5236 del 06/06/07;
- Delibera di Giunta n. 2068 del 10/12/07;
- Determinazione Dirigenziale n. 4486 del 28/05/08.

Corrispondenze tra le indagini di microzonazione sismica di dettaglio, effettuate o approvate dalla Regione Umbria, con i diversi livelli di approfondimento di cui agli indirizzi e criteri per la microzonazione sismica:

- Area urbana di Foligno (1998) - livello 3 di approfondimento;
- Indagini sul rischio di liquefazione a Nocera scalo (1999) - livello 3 di approfondimento;
- Studi geologici per i Programmi integrati di recupero (1999) - livello 2 di approfondimento;
- Area narnese-ternana (2002) - livello 3 di approfondimento;
- Area alta Valtiberina umbra (2003) - livello 3 di approfondimento;
- Abitati di Arrone, Ferentillo, Montefranco, Polino (2007) - livello 3 di approfondimento;
- Area periurbana di Norcia-studio su faglie attive (2008) - livello 3 di approfondimento;
- Area urbana di Spoleto (2009) - livello 3 di approfondimento;
- Area urbana di Perugia (2009) - livello 3 di approfondimento.


Carta delle zone suscettibili di amplificazioni
o instabilità dinamiche locali - FOLIGNO XIX -



324051 SANI ERACLIO



Legenda Scala 1:5.000

 E7 - Zona di fondovalle con presenza di terreni incoerenti

 Traccia della sezione

INDAGINI SISMICHE DI RIFERIMENTO PER IL SITO

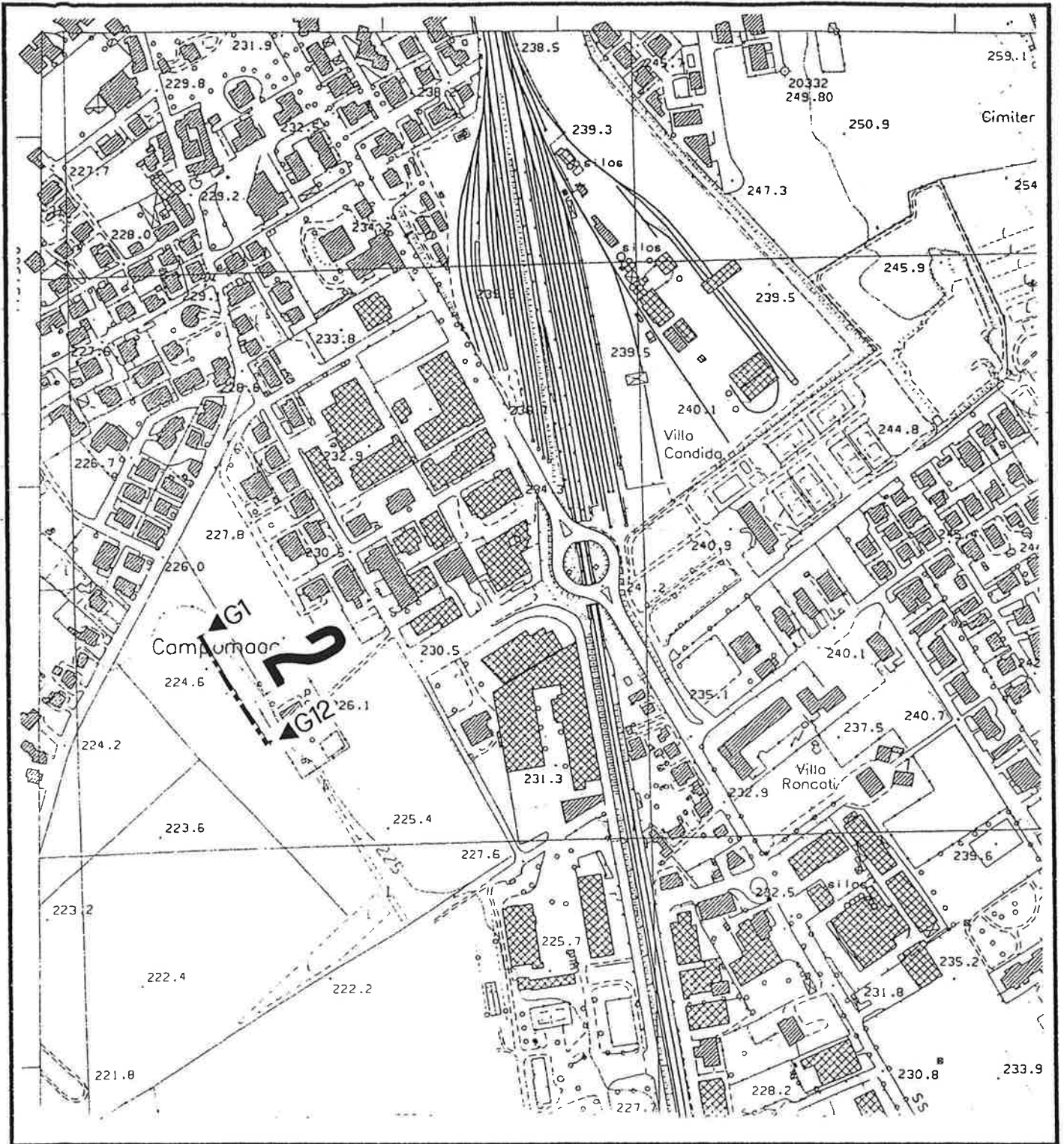


Sismica Idrogeotec

Sismica Ferservizi

Sismica via Fulginia

IDROGEOTEC



Planimetria

scala 1:5000

----- profilo sismico

G1
▼ geofono

IDROGEOTEC

FOLIGNO 2

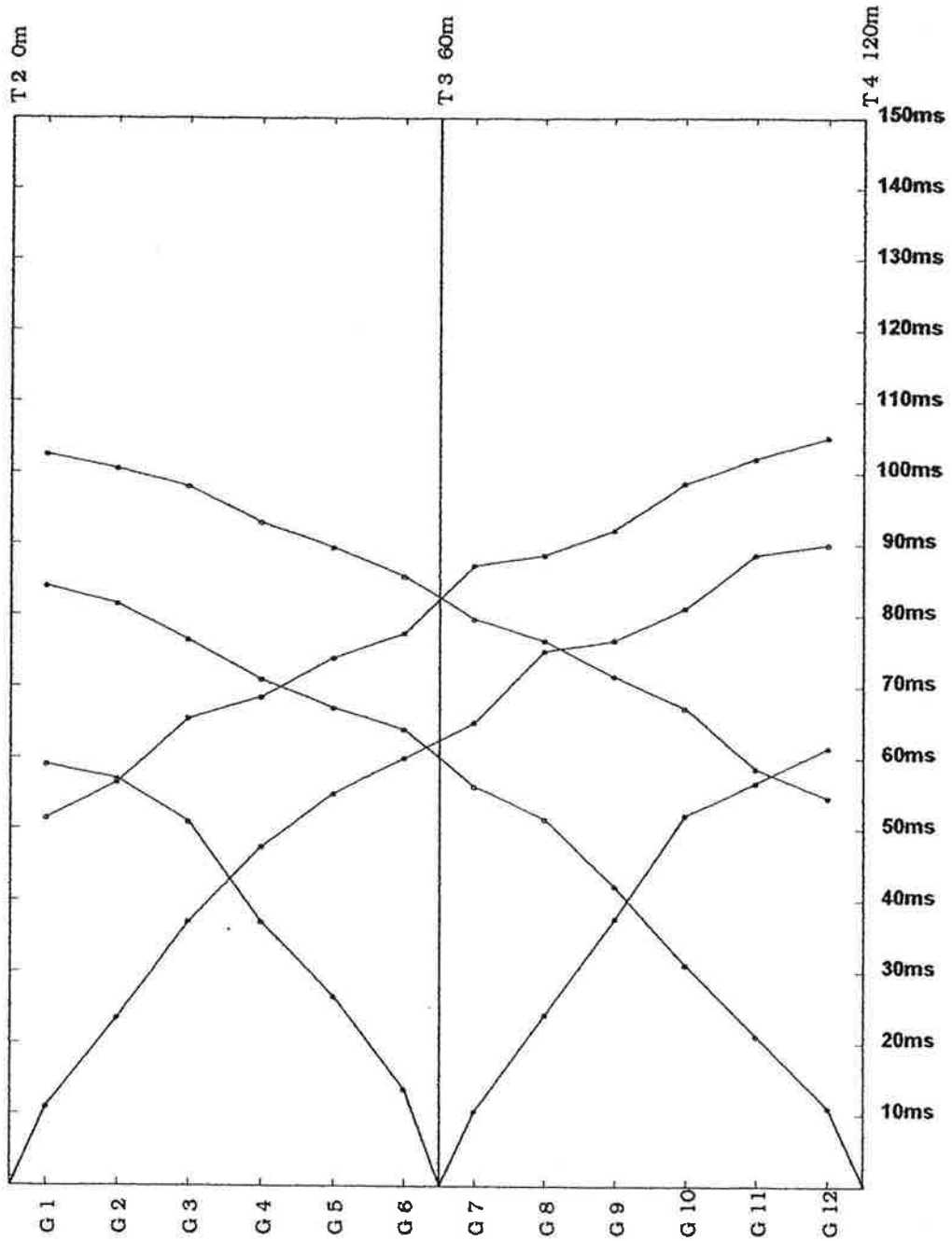


Figura 5

IDROGEOTEC s.n.c. IDROGEOLOGIA - GEOFISICA - GEOTECNICA

Dott.Geol. Paolo Boila - Dott.Geol. Vincenzo Castigli

Via Fra Giovanni da Pian di Carpine, 78 - 06127 Ferro di Cavallo PERUGIA

Tel. 075/5000603 - Fax 075/5002694

ZONA XIX (All'acqua)

FOLIGNO

INDAGINI SISMICHE



VISTO: Approvato

Delibera Giunta Regionale

4363 del 31/7/98



Perugia, giugno 1998



IDROGEOTEC

PREMESSA

Su incarico del Dott. M. Calzuola è stata eseguita una campagna di prospezione sismica a rifrazione in quattro aree appartenenti al territorio comunale di Foligno.

Scopo delle indagini è stato la ricostruzione della successione litologica per evidenziare l'eventuale presenza e gli spessori del materiale di copertura, caratterizzato da parametri meccanici scadenti.

Le indagini, la cui posizione è riportata nelle allegate planimetrie, sono state eseguite su appezzamenti di terreno destinati a culture stagionali o strade secondarie, dove la topografia presenta una superficie con pendenza costante e priva di rilevanti dislivelli.

SISTEMA DI ACQUISIZIONE

Per l'acquisizione dei dati in campagna è stato impiegato un sismografo mod. EG&G Geometrics 1225 a dodici canali ed incremento di segnale.

Quale fonte di energizzazione si è fatto ricorso nella quasi totalità dei tiri ad una massa battente del peso di un quintale lasciata cadere da circa 3 metri di altezza.

Allegati:

planimetria

dromocrone e sezione sismica

tracciati di campagna

IDROGEOTEC

PROFILI SISMICI

Al fine di valutare l'assetto stratigrafico lungo gli stendimenti sono stati eseguiti profili sismici della lunghezza di 110 metri con distanza intergeofonica costante e pari a 10 metri; sono stati eseguiti 5 tiri, ad eccezione del profilo 1 dove sono solamente 4, di cui i tiri n 1 e 5 sono esterni lontani, i tiri 2 e 4 sono i tiri agli estremi e il tiro 3 è il centrale.

L'energizzazione è stata eseguita da posizioni accessibili con la massa battente di 100 Kg , in modo da garantire un impulso chiaro su tutti i tiri della stesa.

FOLIGNO 1

Il profilo è stato eseguito lungo una strada imbrecciata nella posizione indicata nella fig.1; sono stati effettuati n.4 tiri così disposti:

- tiro n.1 a 40 m da G1,
- tiro n.2 a 5 m da G1,
- tiro n.3 fra G5 e G6,
- tiro n.4 a 5 m da G11.

Dall'esame delle dromocrone e della sezione sismica appare chiaramente la presenza di tre orizzonti con velocità delle onde P nettamente differente (Fig.4); l'allegata sezione sismica rappresenta la successione stratigrafica dei materiali a comportamento elastico differente.

L'orizzonte superficiale è caratterizzato da un valore di V_p compreso tra 300 e 250 m/s, indicativo di sedimenti notevolmente alterati, e da uno spessore al geofono 1 pari a 2.9 metri che si riduce fino a 1.9 m al centro dello stendimento, per poi nuovamente aumentare fino a 8.2 m al geofono 12.

Il primo rifratore è caratterizzato da un valore di V_p pari a 1030 m/s, che testimonia la presenza di un materiale mediamente compatto che potrebbe essere sedimento consolidato di tipo detritico o alluvionale.

IDROGEOTEC

Il secondo rifrattore , con valore calcolato delle onde P pari a 1900 m/s, ha una profondità che varia da 16.5 m all'estremo del geofono 1 fino a 27.7 m all'estremo opposto; la V_p rilevata potrebbe far pensare a materiale alluvionale compatto, forse saturo di acqua.

FOLIGNO 2

Il profilo è stato eseguito all'interno di un campo coltivato nella posizione indicata nella fig.2; sono stati effettuati n.5 tiri così disposti:

- tiro n.1 a 50 m da G1,
- tiro n.2 a 5 m da G1,
- tiro n.3 fra G5 e G6,
- tiro n.4 a 5 m da G11,
- tiro n.5 a 38 m da G11.

Dall'esame delle dromocrone e della sezione sismica appare chiaramente la presenza di tre orizzonti con velocità delle onde P nettamente differente (Fig.5); l'allegata sezione sismica rappresenta la successione stratigrafica dei materiali a comportamento elastico differente.

L'orizzonte superficiale è caratterizzato da una valore di V_p compreso di 330 m/s, indicativo di sedimenti notevolmente alterati, con uno spessore al geofono 1 pari a 4.0 metri che si riduce fino a 0.8 m al geofono 4, per poi nuovamente aumentare fino a 2.3 m al geofono 12.

Il primo rifrattore è caratterizzato da un valore di V_p pari a 950 m/s, che testimonia la presenza di un materiale mediamente compatto che potrebbe essere sedimento consolidato di tipo detritico o alluvionale.

Il secondo rifrattore , con valore calcolato delle onde P pari a 2100 m/s, ha una profondità che varia da 14.7 m all'estremo del geofono 1 fino a 30.4 al geofono 7, e poi si mantiene all'incirca a tale quota fino all'estremo opposto; la V_p rilevata potrebbe far pensare a materiale alluvionale compatto, forse saturo di acqua.

IDROGEOTEC

FOLIGNO 3

Il profilo è stato eseguito lungo una strada di campagna all'interno di un'area di campi coltivati nella posizione indicata in fig.3; sono stati effettuati n.5 tiri così disposti:

- tiro n.1 a 45 m da G1,
- tiro n.2 a 5 m da G1,
- tiro n.3 fra G5 e G6,
- tiro n.4 a 5 m da G11,
- tiro n.5 a 38 m da G11.

Dall'esame delle dromocrone e della sezione sismica appare chiaramente la presenza di tre orizzonti con velocità delle onde P nettamente differente (Fig.6); l'allegata sezione sismica rappresenta la successione stratigrafica dei materiali a comportamento elastico differente.

L'orizzonte superficiale è caratterizzato da un valore di V_p di circa 300 m/s, indicativo di sedimenti notevolmente alterati e tipico dell'areato superficiale, con uno spessore al geofono 1 pari a 3.2 metri che si riduce fino a 0.8 m tra i geofoni 5 e 9, per poi nuovamente aumentare fino a 3.0 m al geofono 12.

Il primo rifratore è caratterizzato da un valore di V_p prossimo a 1050 m/s, che testimonia la presenza di un materiale mediamente compatto che potrebbe essere sedimento consolidato di tipo detritico o alluvionale.

Il secondo rifratore, con valore calcolato delle onde P compreso tra 2000 e 2100 m/s, ha una profondità che varia da 14.8 m all'estremo del geofono 1 fino a 22 m all'estremo opposto, dopo essere stato rilevato a 13.0 m dalla superficie ai geofoni 4 e 5; la V_p rilevata induce a pensare alla presenza di materiale alluvionale compatto, forse saturo in acqua.

IDROGEOTEC

FOLIGNO 4

Il profilo è stato eseguito all'interno di un campo coltivato nella posizione indicata nella fig.1; sono stati effettuati n.5 tiri così disposti:

- tiro n.1 a 50 m da G1,
- tiro n.2 a 5 m da G1,
- tiro n.3 fra G5 e G6,
- tiro n.4 a 5 m da G11,
- tiro n.5 a 50 m da G11.

Dall'esame delle dromocrone e della sezione sismica appare chiaramente la presenza di tre orizzonti con velocità delle onde P differente (Fig.7); l'allegata sezione sismica rappresenta la successione stratigrafica dei materiali a comportamento elastico differente.

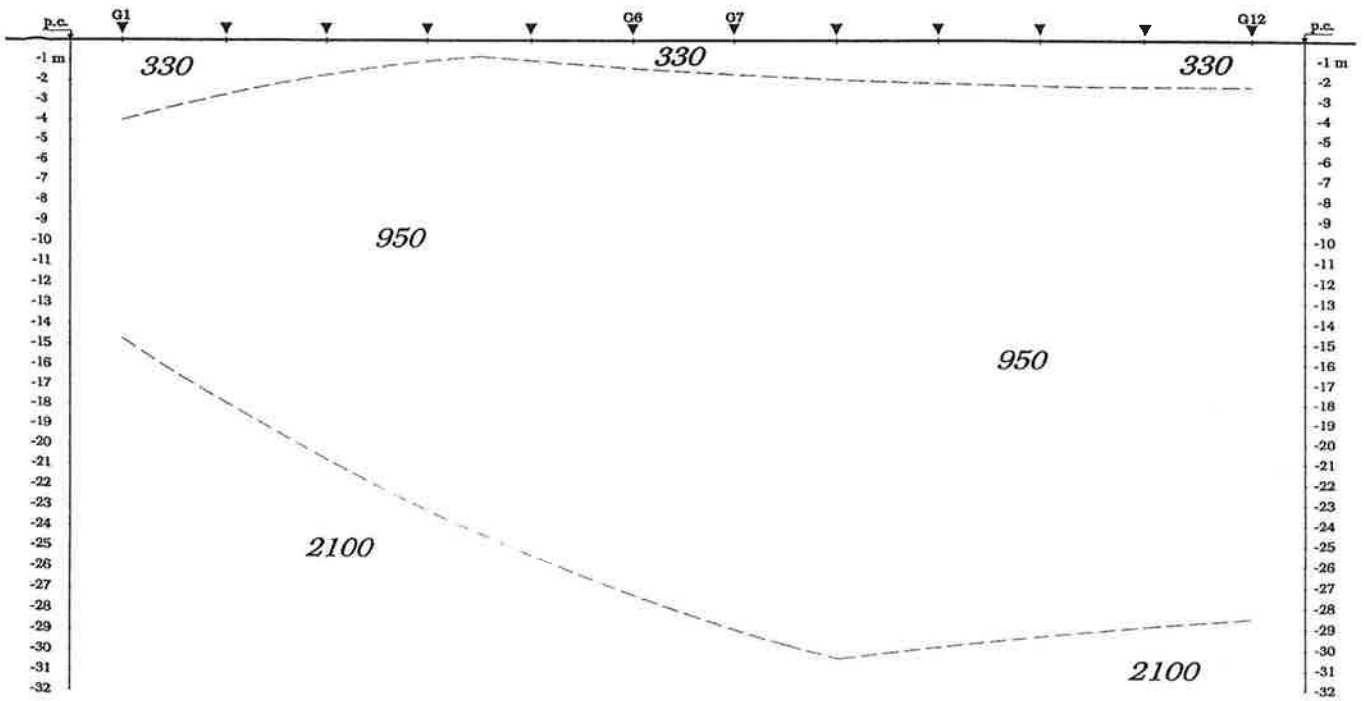
L'orizzonte superficiale è caratterizzato da un valore di V_p compreso tra 420 e 480 m/s, indicativo di sedimenti notevolmente alterati; lo spessore al geofono 1 è pari a 13.0 metri e si riduce fino a 3.0 m al geofono 6, per poi nuovamente aumentare fino a 5.5 m al geofono 12.

Il primo rifratore è caratterizzato da un valore di V_p di circa 1350 m/s, che testimonia la presenza di un materiale mediamente compatto che potrebbe essere sedimento consolidato di tipo detritico o alluvionale.

Il secondo rifratore, con valore calcolato delle onde P pari a 1700 m/s, ha una profondità che varia tra i 20 ed i 27 m secondo una superficie ondulata; è possibile che tale limite non sia legato ad una differente sedimentazione o consolidazione ma solamente alla presenza di una falda acquifera che innalza così il valore di propagazione delle onde P.



Foligno 2



SCALA X 1:750

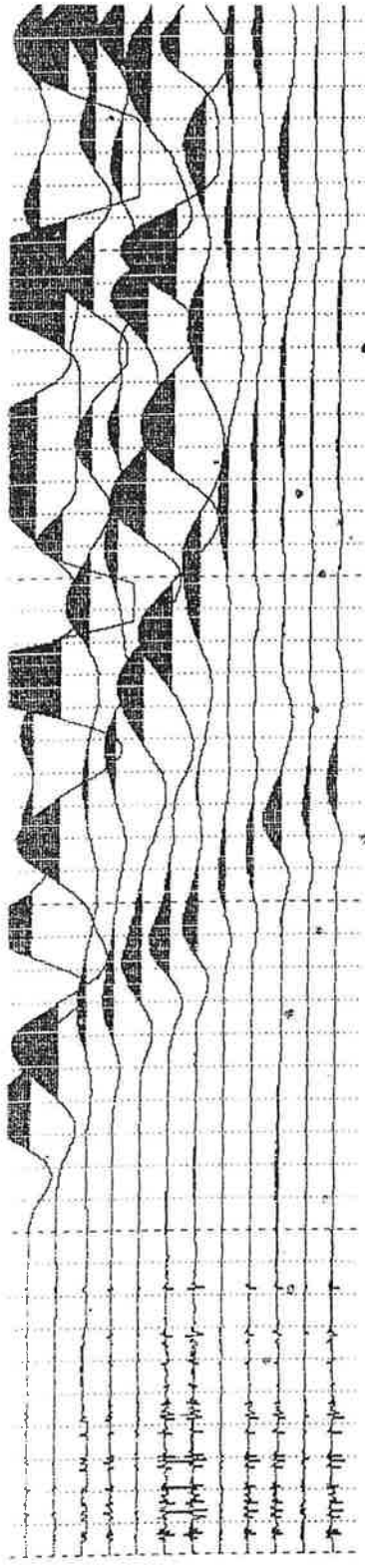
SEZIONE SISMICA

LEGENDA

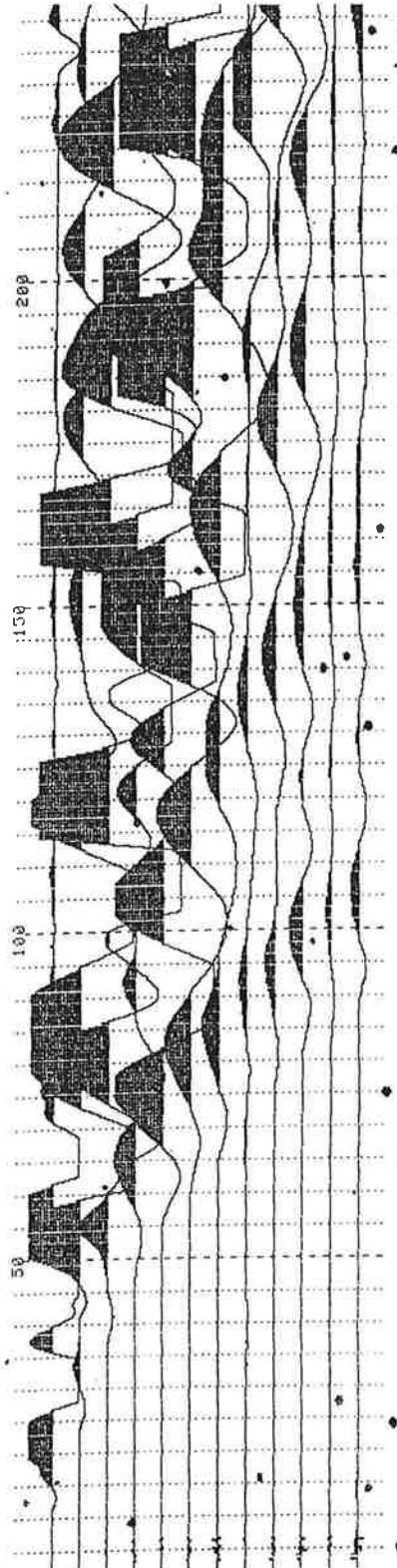
- Limite orizzonte stratigrafico
- 2140** Velocita' di propagazione nell'orizzonte stratigrafico in m/s
- ▽ Geofono

FOLIGNO 2

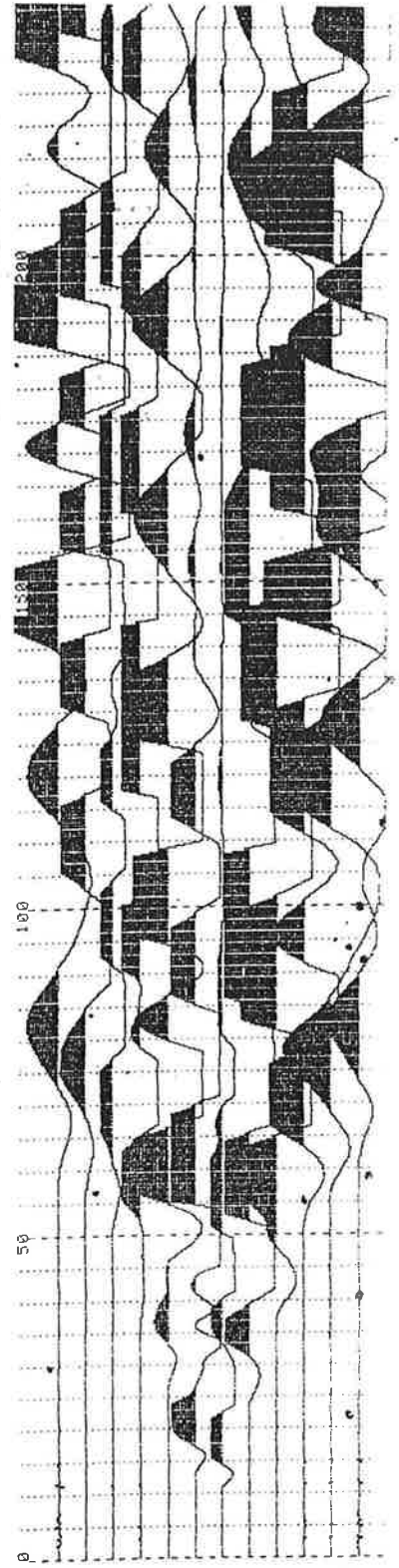
Tiro n° 1



Tiro n° 2

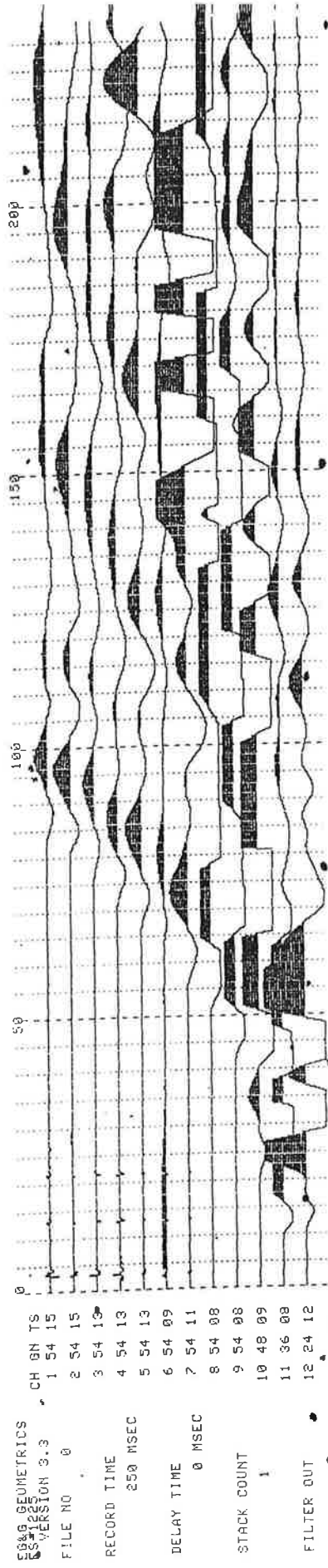


Tiro n° 3

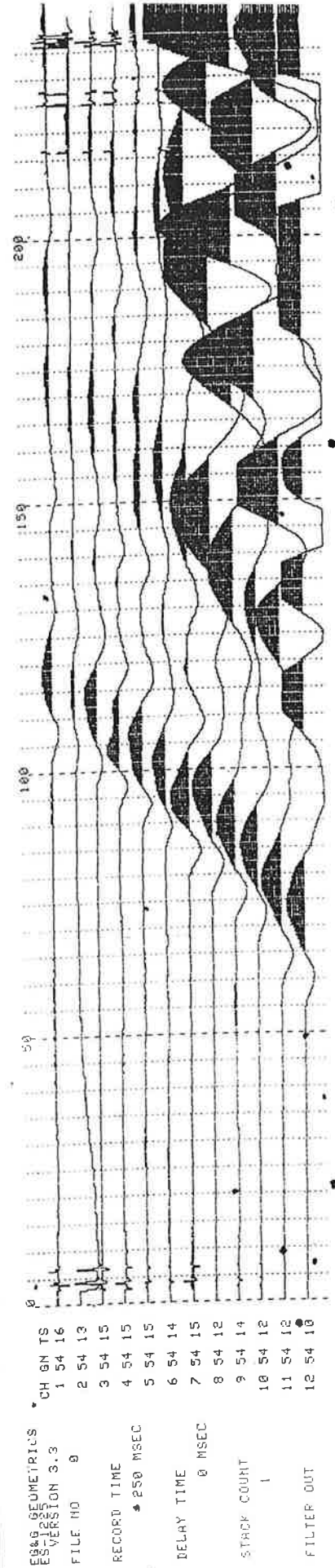


FOLIGNO 2

Tiro n° 4



Tiro n° 5





A.G.M. Service S.r.l.
PROSPEZIONI GEOFISICHE

*Via XVII Settembre, 4
SPOLETO (PG)
Tel & Fax: 0743.224856
e-mail: agmservice@libero.it*

COMUNE DI FOLIGNO

Provincia di Perugia

**Progetto per la realizzazione di un nuovo capannone
per archivio documentale a Foligno in Via 3 Febbraio**

INDAGINE SISMICA MASW

Committente:

FERSERVIZI Gruppo Ferrovie dello Stato

RELAZIONE GEOFISICA

Luglio 2010

INDICE

	<i>pagina</i>
PREMESSA	1
1. SISMICA MASW	2
1.1. PARAMETRO V_{s30}	3
1.2. STRUMENTAZIONE IMPIEGATA	5
1.3. METODOLOGIA OPERATIVA	6
1.4. METODOLOGIA INTERPRETATIVA.....	7
1.5. ESAME DEI RISULTATI	8

ALLEGATI:

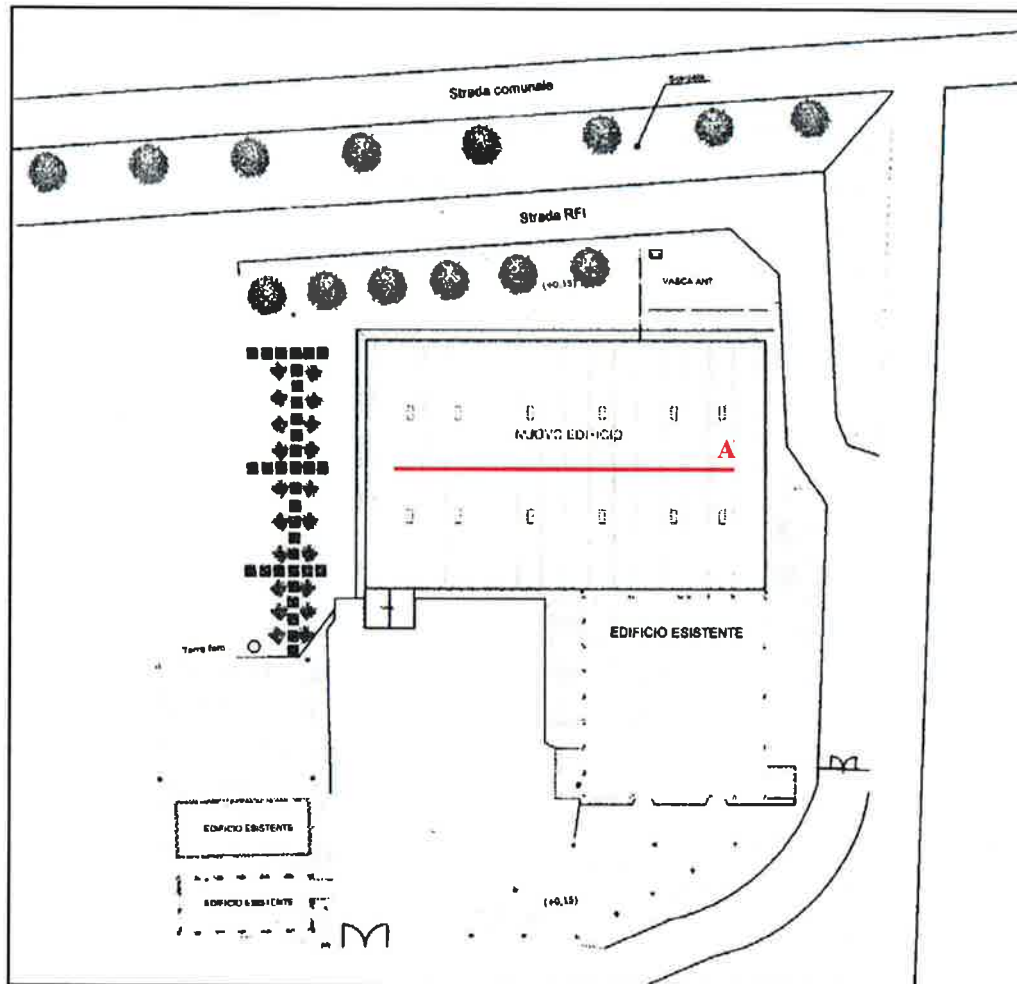
PROFILO MASW

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

PREMESSA

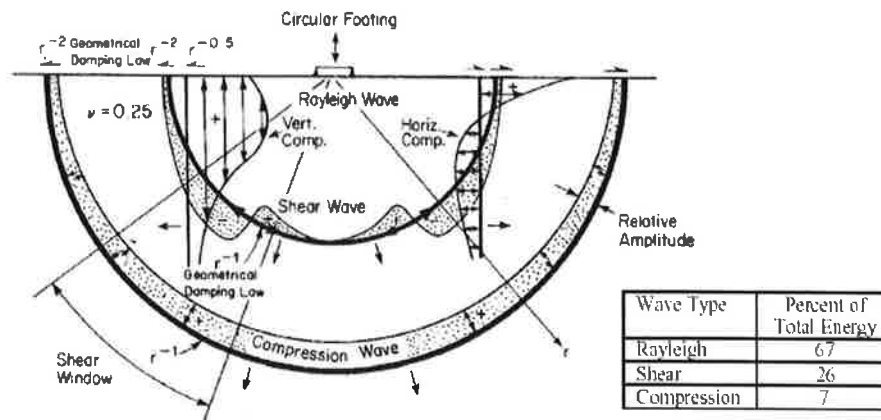
Dietro richiesta del *Dott. Geologo Claudio Bernetti* e per conto della *FERSERVIZI Gruppo Ferrovie dello Stato*, è stata eseguita un'indagine geofisica a Foligno, in Via 3 Febbraio; l'ubicazione dell'indagine è riportata nella figura sottostante.

Come richiesto dalla committenza, è stato eseguito un profilo sismico *MASW*, al fine di caratterizzare da un punto di vista sismico il sottosuolo dell'area su cui è in corso uno studio geologico a corredo del progetto per la realizzazione di un nuovo capannone da adibire ad archivio documentale.



1. SISMICA MASW

Il rilievo geofisico è basato sull'impiego della tecnica MASW (multichannel analysis of surface waves), per la determinazione dei profili verticali della velocità delle onde di taglio (V_S), tramite l'inversione delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh effettuata con *algoritmi genetici*.



I vantaggi dell'uso di questa metodologia geofisica rispetto ai metodi tradizionali sono:

1. Particolarmente indicato per suoli altamente attenuanti ed ambienti rumorosi;
2. Non limitato (a differenza del metodo a rifrazione) dalla presenza di inversioni di velocità in profondità;
3. Buona risoluzione (a differenza del metodo a riflessione);
4. Permette la ricostruzione della distribuzione verticale della velocità delle onde di taglio (S), fondamentale per la caratterizzazione geotecnica del sito.

Inoltre:

- La percentuale di energia convertita in onde di Rayleigh è di gran lunga predominante (67%) rispetto quella coinvolta nella generazione e propagazione delle onde P (7%) ed S (26%);
- L'ampiezza delle *surface waves* dipende da \sqrt{r} e non da r come per le *body waves*.

1.1. PARAMETRO V_{S30}

È il parametro geofisico che rappresenta meglio la variabilità geotecnica dei materiali geologici presenti nel sottosuolo

Il parametro V_{S30} rappresenta la velocità media di propagazione delle onde S entro 30 metri di profondità.

È calcolato mediante la seguente espressione:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_i}}$$

Dove:

V_i : velocità delle onde S dello strato i-esimo

h_i : spessore in metri dello strato i-esimo

N: numero di strati presenti nei primi 30 metri

In base al valore della V_{S30} si identificano le seguenti 5 categorie del suolo di fondazione:

- **SUOLO A:** Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{S30} **superiori a 800 m/sec**, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m;
- **SUOLO B:** Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} **compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec** (ovvero $N_{SPT30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina);
- **SUOLO C:** Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di

V_{s30} compresi tra 180 m/sec e 360 m/sec (ovvero $15 < N_{SPT30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina);

- **SUOLO D:** Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di **V_{s30} inferiori a 180 m/s** (ovvero $N_{SPT30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $cu_{30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina);

- **SUOLO E:** Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento con $V_s > 800$ m/sec.

Il parametro V_{s30} può essere acquisito mediante:

- Prove in foro (down-hole, cross-hole);
- Profili sismici (riflessione o rifrazione);
- Modellazione del sottosuolo mediante l'analisi delle onde di Rayleigh (Profili MASW, SASW, ReMi).

1.2. STRUMENTAZIONE IMPIEGATA

L'indagine è stata eseguita utilizzando un sismografo a 24 canali della PASI di Torino, modello 16SG24, con processore Pentium IV, display VGA a colori in LCD-TFT 10.4" Touch Screen, trattamento del segnale a 16 bit, trattamento di dati Floating Point 32 bit, supporto di memorizzazione mediante Hard-Disk da 40 Gb, con funzione di incremento multiplo del segnale ed opzione per l'inversione di polarità, attivazione di filtri "passa alto", "passa basso" e "notch" in acquisizione o post-acquisizione.

I guadagni sono selezionabili da software manualmente per ogni canale o in modo automatico e le acquisizioni sono automaticamente registrate sullo strumento.

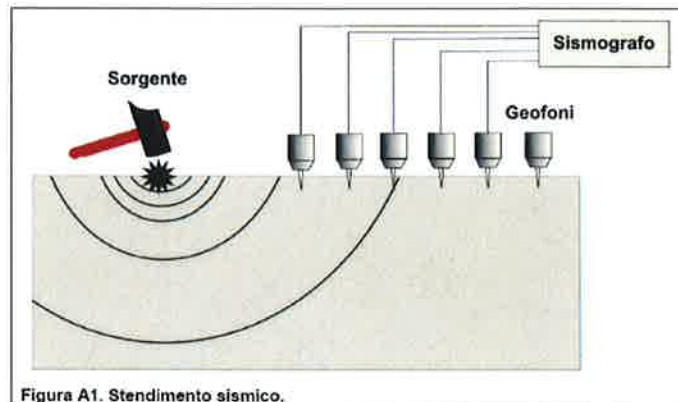


Sismografo PASI 16SG24

Il trigger è dato da un geofono starter esterno, con possibilità di pre-trigger (0-10 ms); per la prova sono stati utilizzati 24 geofoni da 4,5 Hz ed una sorgente energizzante costituita da una massa battente da 10 Kg.

1.3. METODOLOGIA OPERATIVA

Per acquisire un set di dati per l'indagine MASW è necessario effettuare uno stendimento di geofoni, allineati con una sorgente ad impatto verticale (massa battente o esploditore minibang).



Il profilo è stato eseguito utilizzando 24 geofoni allineati sul terreno con un'interdistanza di 2,0 metri.

I punti di battuta sono stati posizionati ad una delle estremità del profilo (A), a distanze rispettivamente di 4,0 e 8,0 m dal geofono n. 1.

La scelta delle 2 battute è stata effettuata per avere la certezza di generare la dispersione delle onde superficiali, a prescindere dai differenti litotipi presenti nel sottosuolo dell'area investigata.

1.4. METODOLOGIA INTERPRETATIVA

Il software *WinMASW* consente di analizzare dati sismici (*common-shot gathers*) acquisiti in campagna, in modo tale da poter ricavare il profilo verticale delle Vs (velocità delle onde di taglio).

Tale risultato è ottenuto tramite l'inversione delle curve di dispersione delle onde di Rayleigh, determinate tramite la tecnica MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves).

La procedura si sviluppa in due operazioni svolte in successione:

- 1) determinazione dello spettro di velocità;
- 2) inversione della curva di dispersione attraverso l'utilizzo di algoritmi genetici.

Gli algoritmi evolutivi rappresentano un tipo di procedura di ottimizzazione appartenente alla classe degli algoritmi euristici (o anche *global-search methods* o *soft computing*).

Rispetto ai comuni metodi di inversione lineare, basati su metodi del gradiente (matrice Jacobiana), queste tecniche di inversione offrono un'affidabilità del risultato di gran lunga superiore per precisione e completezza.

I comuni metodi lineari forniscono infatti soluzioni che dipendono pesantemente dal modello iniziale di partenza, che l'utente deve necessariamente fornire.

Per la natura del problema (inversione delle curve di dispersione), la grande quantità di minimi locali porta necessariamente ad attrarre il modello iniziale verso un minimo locale, che può essere significativamente diverso da quello reale (o globale).

In altre parole, i metodi lineari richiedono che il modello di partenza sia già di per sé vicinissimo alla soluzione reale; in caso contrario, il rischio è quello di fornire soluzioni erranee.

Gli algoritmi evolutivi offrono invece un'esplorazione molto più ampia delle possibili soluzioni.

A differenza dei metodi lineari non è necessario fornire alcun modello di partenza.

E' invece necessario definire uno "spazio di ricerca" (*search space*) all'interno del quale vengono valutate diverse possibili soluzioni.

Quella finale viene infine proposta, con una stima della sua attendibilità (*deviazioni standard*), attenuata grazie all'impiego di tecniche statistiche.

Il principale punto di forza del software utilizzato è quindi proprio quello di fornire risultati molto più robusti rispetto a quelli ottenibili con altre metodologie, arricchiti da una stima dell'attendibilità.

1.5 ESAME DEI RISULTATI

Elaborando i dati acquisiti, è stato possibile identificare 4 sismostrati principali, aventi le seguenti caratteristiche:

Strato	1	2	3	4
Profondità (m)	da 0,0 a 4,1	da 4,1 a 15,4	da 15,4 a 26,3	da 26,3 a 35,0
Spessore (m)	4,1	11,3	10,9	8,7
Vs (m/sec)	385	502	535	756

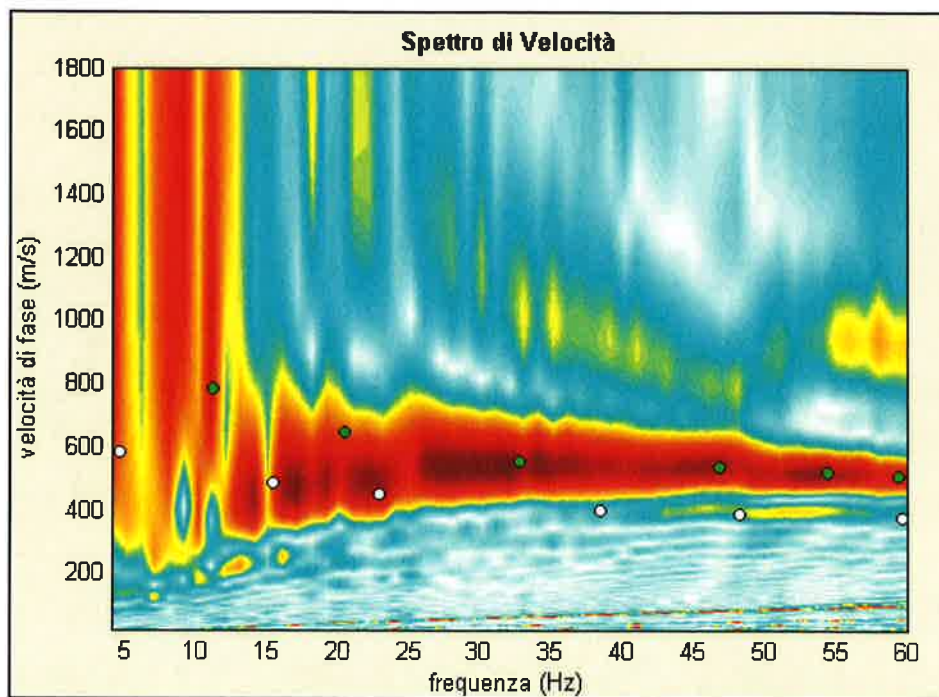
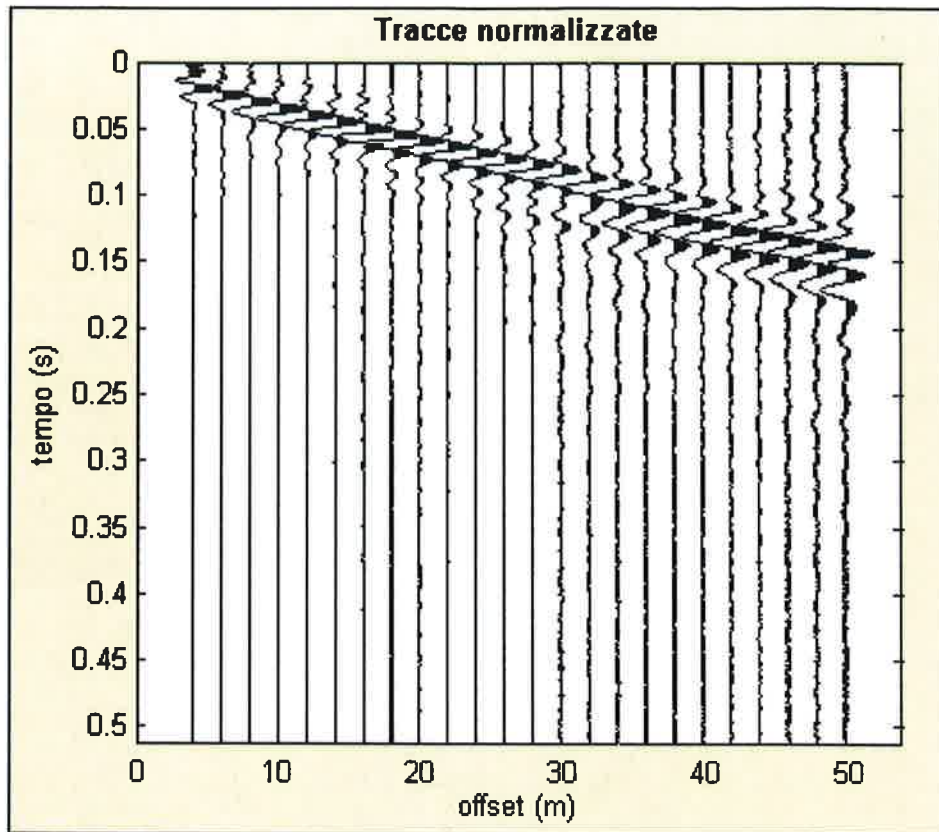
Gli spessori rilevati e le relative velocità delle onde S portano alla determinazione di un $V_{S30} = 513$ m/sec (calcolato a partire dalla quota del piano campagna), indicando per il sito in esame un **Suolo di Tipo B**.

Si resta a disposizione per eventuali o ulteriori chiarimenti.

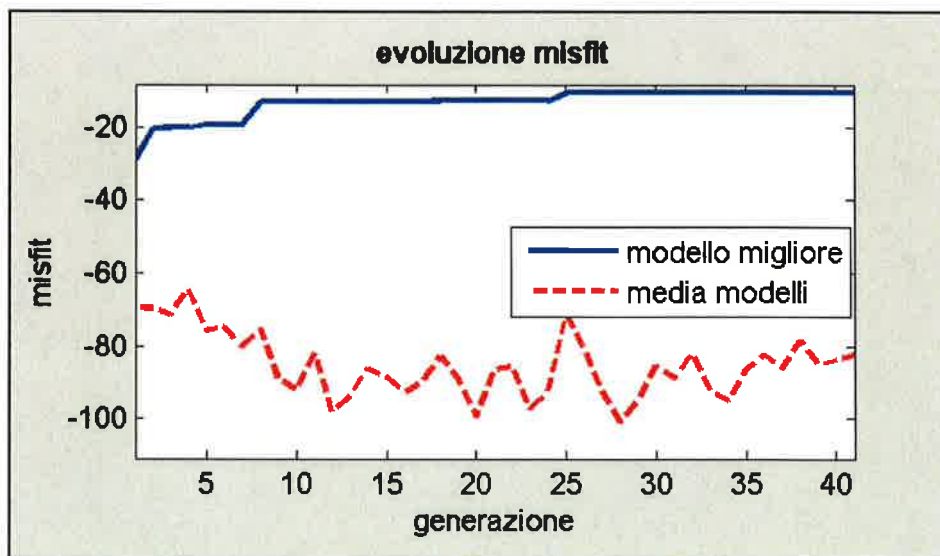
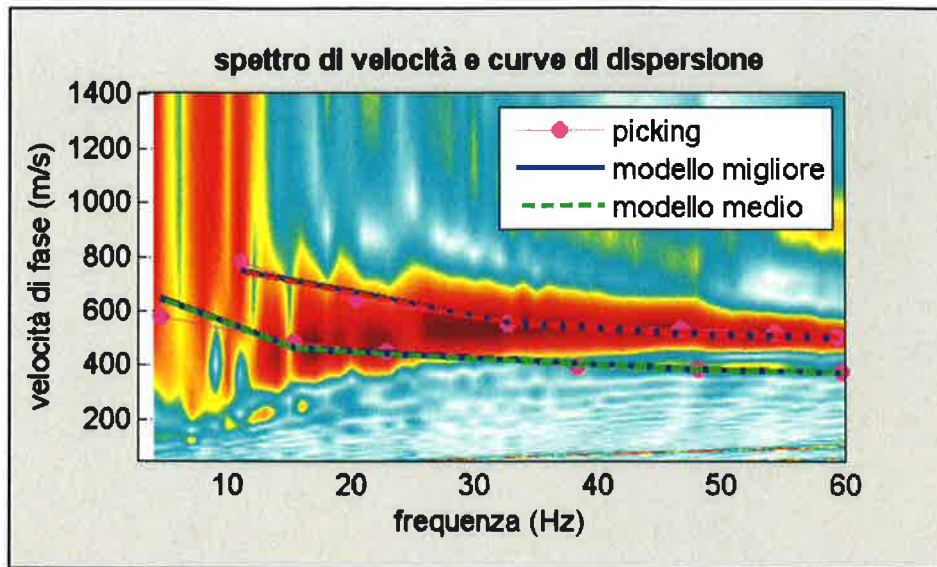
Spoletto, Luglio 2010

Per A.G.M. Service S.r.l.
Dott. Geologo Marco Tulli

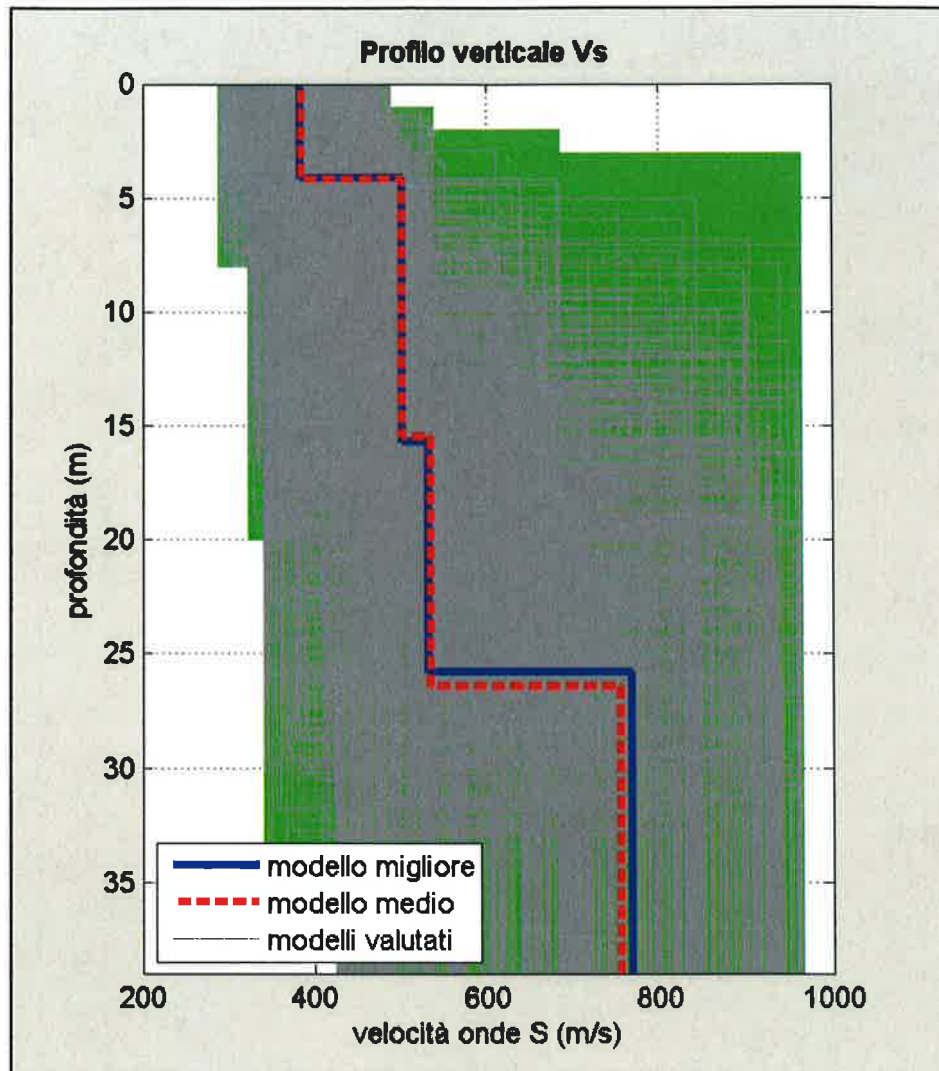
PROFILO SISMICO MASW



PROFILO SISMICO MASW



PROFILO SISMICO MASW



Strato	1	2	3	4
Profondità (m)	da 0,0 a 4,1	da 4,1 a 15,4	da 15,4 a 26,3	da 26,3 a 35,0
Spessore (m)	4,1	11,3	10,9	8,7
Vs (m/sec)	385	502	535	756

Parametro **Vs 30 = 513 m/sec**
(calcolato sulla base del modello medio, a partire dalla quota del piano campagna)

Possibile suolo: **Suolo Tipo B**

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



 **A.G.M. Service S.r.l.**
PROSPEZIONI GEOFISICHE

*Via XVII Settembre, 4
SPOLETO (PG)
Tel & Fax: 0743.224856
e-mail: agm.service@libero.it*

COMUNE DI FOLIGNO

Provincia di Perugia

Ampliamento di un edificio di civile abitazione

sito a Foligno, in Via Fulginia

Comune di Foligno - Fg. n. 175 - Part. n. 46

INDAGINE SISMICA MASW

Committente:

ECO GEO ENGINEERING S.r.l.

RELAZIONE GEOFISICA

Ottobre 2009

1.5 ESAME DEI RISULTATI

Il profilo indicante gli spessori dei litotipi e le velocità riscontrate nel sito, è riportato in allegato; in particolare, elaborando i dati acquisiti, è stato possibile individuare 4 sismostrati principali:

- un primo orizzonte, dello spessore di circa 2,1 m, è caratterizzato da una velocità delle onde S dell'ordine di 328 m/sec;
- un secondo orizzonte, dello spessore di circa 4,3 m, ha fatto registrare una velocità delle onde di taglio (V_S) di 538 m/sec;
- un terzo orizzonte, dello spessore di circa 8,7 m, ha fatto registrare una velocità delle onde di taglio (V_S) di 630 m/sec;
- il quarto ed ultimo orizzonte è caratterizzato da una velocità delle onde S dell'ordine di 673 m/sec.

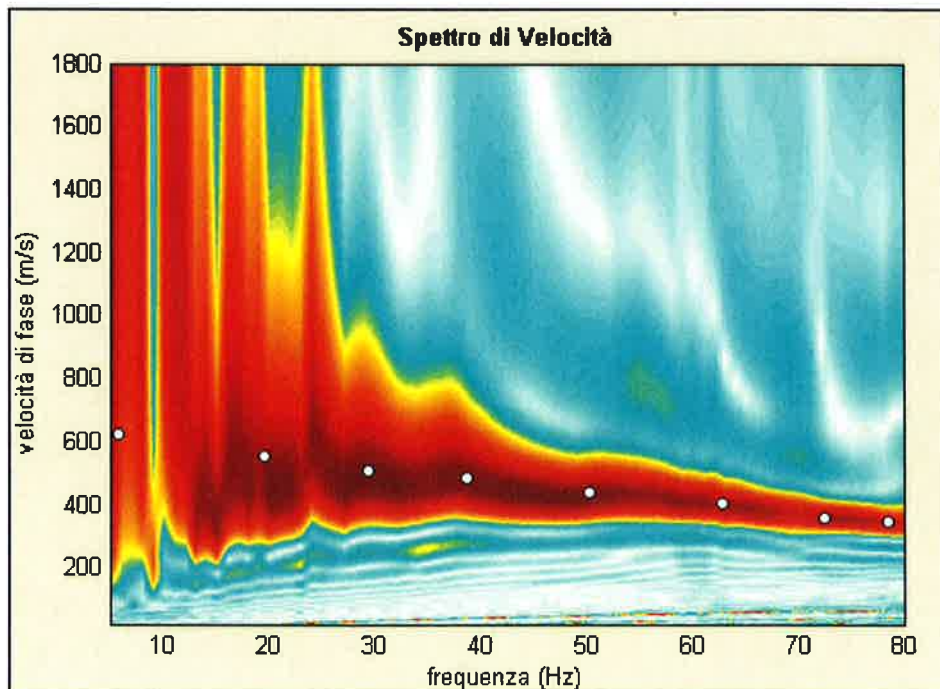
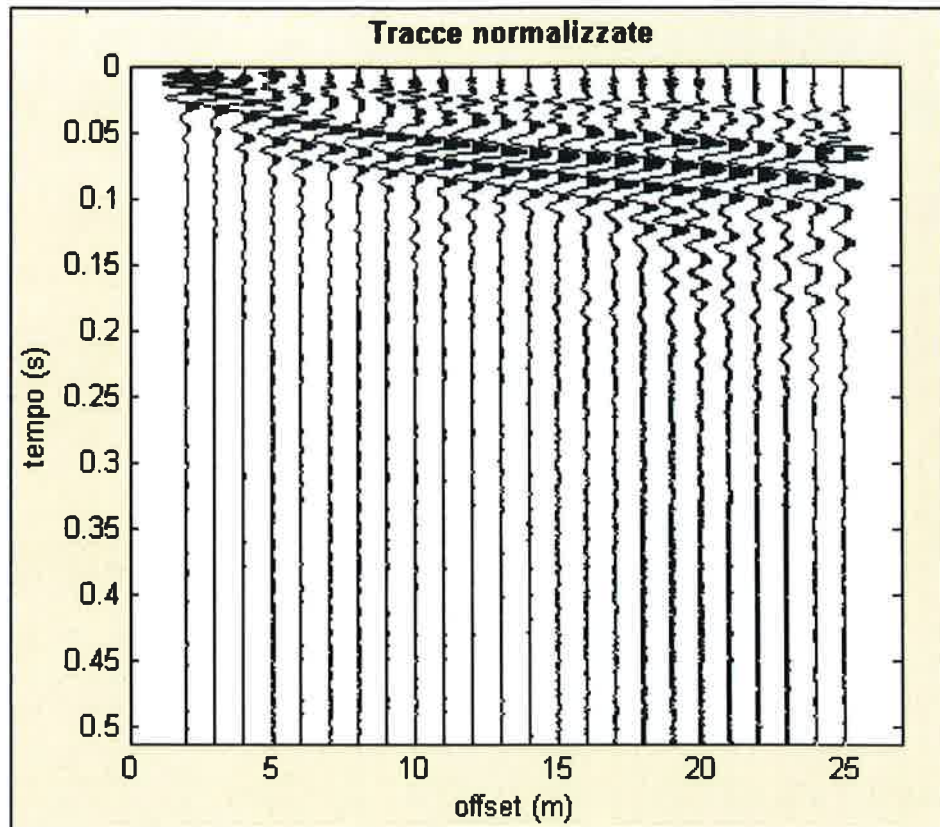
Gli spessori rilevati e le relative velocità delle onde S portano alla determinazione di un $V_{S30} = 595$ m/sec (calcolato a partire dalla quota del piano campagna), indicando per il sito in esame un **Suolo di Tipo B**.

Si resta a disposizione per eventuali o ulteriori chiarimenti.

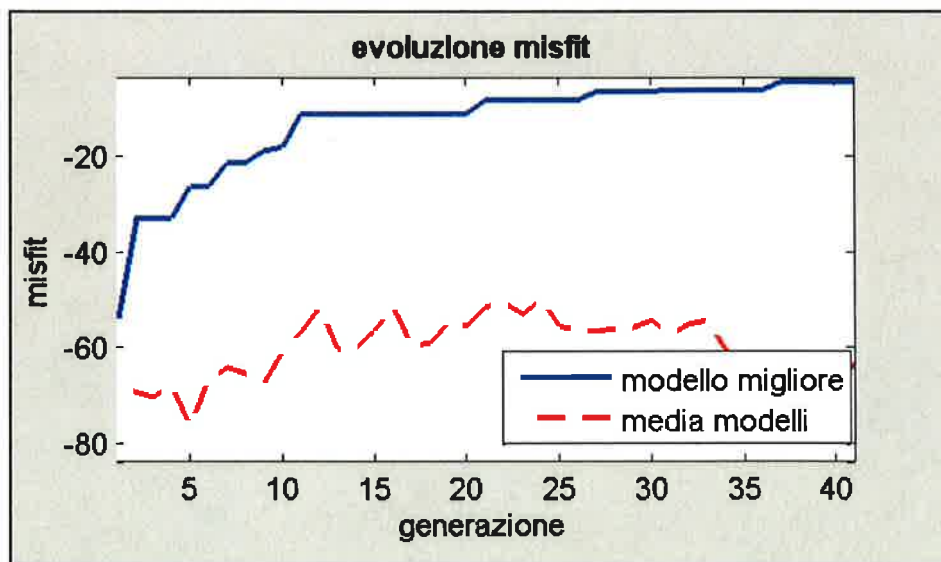
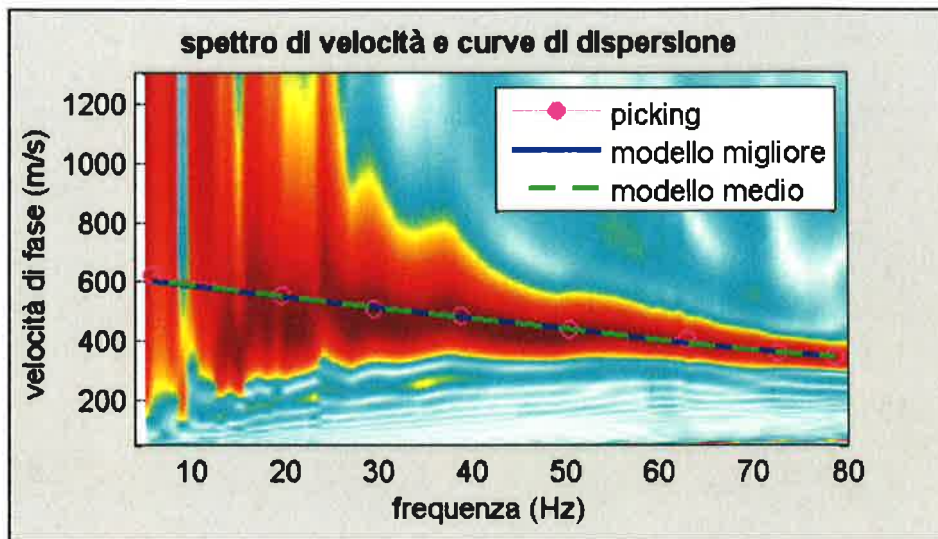
Spoletto, Ottobre 2009

Per A.G.M. Service S.r.l.
Dott. Geologo Marco Tulli

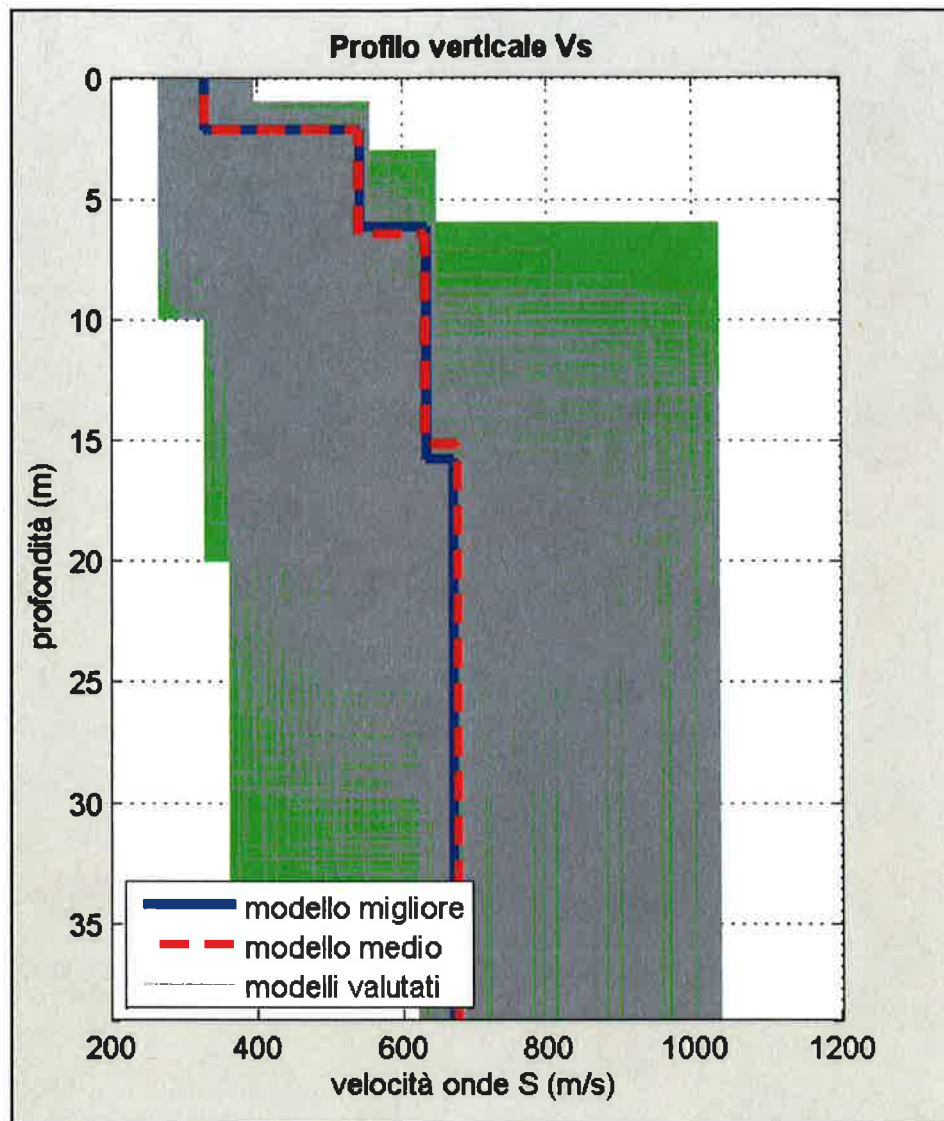
PROFILO SISMICO MASW



PROFILO SISMICO MASW



PROFILO SISMICO MASW



Strato	1	2	3	4
Profondità (m)	da 0,0 a 2,1	da 2,1 a 6,4	da 6,4 a 15,1	da 15,1 a 30,0
Vs (m/sec)	328	538	630	673

Parametro **Vs 30 = 595 m/sec**
(sulla base del modello medio)

Possibile suolo: **Suolo Tipo B**

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

